

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE

DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“APROVECHAMIENTO DEL ESTIERCOL DE VACUNO PARA
LA ELABORACION DE BIOGAS COMO PROPUESTA AL
MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS EN LA
GRANJA ECOLOGICA LINDEROS, TOMAYQUICHUA,
AMBO, HUANUCO 2017”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

TESISTA

Bach. Emperatriz Jamil , ESPAÑA QUINTANA

ASESOR

Ing. Edmundo, CALIXTO VARGAS

HUÁNUCO-PERÚ

2018



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
http://www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 10 del mes de diciembre del año 2018, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

BLGO. ALEJANDRO ROLANDO DURAN NIEVA (Presidente)

MG. FRANK ERICK CÁHARA LLANOS (Secretario)

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1149-2018-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:


" APROVECHAMIENTO DEL ESTIERCOL DE VACUNO PARA LA ELABORACION DE BIOGAS COMO PROPUESTA A MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS EN LA GRANJA ECOLÓGICA ZINDEROS, TAMPAYACHUN, AMBA, HUÁNUCO 2017 "

presentada por el (la) Bachiller EMPERATRIZ JANIL ESPAÑA QUINTANA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: precediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:20 horas del día 10 del mes de diciembre del año 2018, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis queridos padres Arturo Gumercindo España Blanco, a mi madre Leoncia Quintana Vitor; que con su gran apoyo y esfuerzo fue posible la realización y culminación de mi carrera, brindándome todo el amor del mundo para salir adelante.

A ellos dedico esta investigación, fruto del trabajo y amor constante que día a día me brindaron, sin todo este respaldo no hubiese sido posible lograrlo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fuerzas y levantarme cuando más lo necesité, pese a las dificultades encontradas en el camino, nunca me soltó y pude llegar a la meta, culminando una etapa más en mi vida.

A la universidad de Huánuco, decano, asesor, docentes de la facultad de ingeniería; por el apoyo y la formación profesional.

A mis jurados por guiarme y corregirme en proceso de mi proyecto. A la granja ecológica linderos y su personal administrativo, por brindarme su confianza y apoyo para la ejecución de mi proyecto.

INDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE –TABLAS – FIGURAS	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRAC.....	xii
INTRODUCCION.....	xiv
 CAPITULO I.....	 15
PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	15
1.1. Descripción del problema	15
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Objetivos del problema.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación de la investigación.....	18
1.5. Limitaciones de la investigación.....	19
1.6. Viabilidad la investigación.....	20
1.6.1. Ambiental	20
1.6.2. Social.....	20
1.6.3. Operativo.....	20
 CAPITULO II.....	 21
MARCO TEORICO.....	21
2.1. Antecedentes de la investigación.....	21
2.2. Bases teóricas.....	24
2.2.1. Estiércol.....	24
2.2.1.1. Contaminación por el estiércol.....	25
2.2.1.2. Ventajas del estiércol.....	26
2.2.1.3. Desventajas del estiércol.....	26
2.2.1.4. Composición del estiércol.....	27
2.2.1.5. Uso potencial del estiércol.....	28

2.2.1.6.	Manejo del estiércol.....	28
2.2.2.	Biogás.....	29
2.2.2.1.	Aplicación del biogás.....	29
2.2.2.2.	Composición del biogás.....	31
2.2.2.3.	Propiedades energéticas del biogás.....	31
2.2.2.4.	Usos del biogás.....	32
2.2.3.	Biodigestores.....	33
2.2.3.1.	Historia de los biodigestores.....	33
2.2.3.2.	Tipos de los biodigestores.....	35
2.2.3.3.	Efluente del biodigestor.....	35
2.2.3.4.	Componentes de un digestor anaerobio.....	35
2.2.4.	Biodigestión.....	37
2.2.4.1.	Digestión anaerobia.....	37
2.2.4.2.	Condiciones para la biodigestión.....	39
2.3.	Definiciones conceptuales.....	40
2.4.	Hipótesis.....	44
2.4.1.	Hipótesis general.....	44
2.4.2.	Hipótesis específicos.....	44
2.5.	Variables.....	45
2.5.1.	Variable independiente	
2.5.2.	Variable dependiente.....	45
2.5.3.	Variable independiente.....	45
2.6.	Operacionalización de variables	46
CAPITULO III.....		47
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....		47
3.1.	Tipo de investigación.....	47
3.1.1.	Enfoque.....	47
3.1.2.	Alcance o nivel.....	47
3.1.3.	Diseño.....	47
3.2.	Población y muestra.....	48
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.3.1.	Para la recolección de datos.....	51
3.3.2.	Para la presentación de datos.....	53
3.3.3.	Para el análisis e interpretación de datos.....	57

CAPITULO IV.....	58
RESULTADOS.....	58
4.1. Procesamiento de datos.....	58
4.1.1. Calculo del promedio de generación de estiércol en la granja ecológica lindero.....	58
4.1.2. Calculo del volumen del sustrato.....	59
4.1.3. Calculo del volumen de estiércol contenido en el tanque....	61
4.1.4. Características fisicoquímicas y microbiológicas.....	62
4.1.5. Monitoreo del primer tratamiento.....	65
4.1.6. Monitoreo del segundo tratamiento.....	68
4.1.7. Monitoreo del tercer tratamiento.....	71
4.1.8. Monitoreo del cuarto tratamiento.....	74
4.1.9. Calculo de la producción de biogás.....	77
4.2. Contraste de hipótesis.....	83
 CAPITULO V.....	 87
DISCUSION DE RESULTADOS.....	87
CONCLUSIONES.....	89
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	91
ANEXOS.....	93
ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	94
ANEXO 2: Informe de ensayo de afluente.....	95
ANEXO 3: Informe de ensayo de efluente.....	96
ANEXO 4: Informe de ensayo de afluente.....	97
ANEXO 5: localización del proyecto.....	98

TABLAS

Tabla 1. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales (% materia seca).....	28
Tabla 2. Composición química de biogás.....	31
Tabla 3. Condiciones óptimas para la biodigestión.....	39
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	46
Tabla 5. Toma de muestra estiércol - agua/día.....	48
Tabla 6. Tabla climatológica de Tomayquichua.....	50
Tabla 7. Materiales para la construcción del prototipo.....	52
Tabla 8. Instrumento para la recolección de datos.....	53
Tabla 9. Promedio del estiércol vacuno en la granja ecológica linderos...	58
Tabla 10. Muestras para la carga al biodigestor.....	63
Tabla 11. Parámetros del afluente.....	63
Tabla 12. Parámetros del efluente.....	64
Tabla 13. T1: pH, Temperatura y OD.....	65
Tabla 14. T2: pH, Temperatura y OD.....	68
Tabla 15. T3: pH, Temperatura y OD.....	71
Tabla 16. T4: pH, Temperatura y OD.....	74
Tabla 17. Registro de temperatura en los cuatro tratamientos en °C.....	77
Tabla 18. Registro de temperatura en los cuatro tratamientos en °K.....	78
Tabla 19. Registro de presión en PSI	79
Tabla 20. Registro de presión en atm.....	80
Tabla 21. Calculo de la producción de biogás en el T1.....	81
Tabla 22. Calculo de la producción de biogás en el T2.....	81
Tabla 23. Calculo de la producción de biogás en el T3.....	82
Tabla 24. Calculo de la producción de biogás en el T4.....	82
Tabla 25. Producción de biogás.....	83

FIGURAS

Figura 1. Equivalencia de biogas con otras fuentes de energia.....	34
Figura 2. Partes del biodigestor.....	39
Figura 3. Preparación del sustrato.....	57
Figura 4. Generación de estiércol de ganado vacuno en la granja ecológica lindero.....	62
Figura 5. T1 - Variación del pH.....	70
Figura 6. T1 - Variación del T°.....	70
Figura 7. T1 - Variación del OD.....	71
Figura 8. T2 - Variación del pH.....	73
Figura 9. T2 - Variación del T°.....	73
Figura 10. T2 - Variación del OD.....	74
Figura 11. T3 - Variación del pH.....	76
Figura 12. T3 - Variación del T°.....	76
Figura 13. T3 - Variación del OD.....	77
Figura 14. T4 - Variación del pH.....	79
Figura 15. T4 - Variación del T°.....	79
Figura 16. T4 - Variación del OD.....	80

RESUMEN

La presente investigación consiste en realizar el diseño de biodigestor tipo discontinuo de polietileno, para el manejo adecuado de los residuos pecuarios de la granja ecológica lindero, contribuyendo a la conversión y producción de residuos pecuarios (biomasa) en diversas formas de energía, mediante reacciones bioquímicas; el diseño y la construcción del biodigestor a escala piloto permite desarrollar el proceso anaeróbico, como método de tratamiento de residuos pecuarios, para la producción de biogás; estabilizándola completamente los componentes de la materia orgánica; descomponiéndolo en compuestos asimilables para el medio ambiente.

El objetivo general del proyecto es Determinar si la propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco desde el mes de diciembre 2017 a julio 2018.

El dimensionamiento del equipo se realiza a través de la construcción del biodigestor tipo piloto en un área de 3.50 metros x 1.20 metros, los componente y materiales utilizados para el prototipo son: un tanque de 250 litros, un tanque de 60 litros, tubería de PVC de 2, tubería de PVC 1", tubería de 4", niple de 2", codos de 1", codos de 4" x 45°, codos de 4"x 90° ½", llave de paso de 1", llave de paso de 2", llave de paso de bronce 5/8, hoja de cierre, niple de 1", unión de 1", niple de bronce 5/8, abrazadera de 5/8, teflón, válvula de gas, manguera para conducción de gas y otros accesorios. Las características del prototipo son la captación del sustrato (entrada), la cámara de fermentación o biodigestion; que viene hacer el tanque donde se deposita

el sustrato, la tubería de conducción del biogás y la tubería de conducción del afluente; con un tiempo de retención de 40 días, en las cuatro tratamientos se tuvo en cuenta el control de monitoreo de la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH, con lo que se garantizó el funcionamiento y la generación de los productos de la digestión anaerobia en la granja ecológica linderos.

El método utilizado es experimental, donde la alimentación se realizó con la mezcla de estiércol fresco, inoculación con bazofia de la panza de la vaca y agua, se evaluó el sistema desde diciembre 2017 a julio 2018, donde se controló y monitoreo los parámetros físicos: la temperatura en °C, el Ph, Oxígeno disuelto en cada prueba; para ello se utilizó un equipo de multiparametro, Asimismo se realizó un análisis de parámetros fisicoquímicos (cloruro, fluoruro, fosfato, nitrato, nitrito, fosfato, solidos totales, nitrógeno amoniacal, DBO) y análisis de parámetros microbiológicos (coliformes fecales y coliformes totales) en el laboratorio de ensayo SAG del afluente (entrada) y del efluente (salida), que nos permitió valorar la carga microbiana, señalando los posibles puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana.

En los cuatro tratamientos, cada uno con temperatura diferente, se realizó el cálculo de la producción de biogás mediante la presión y como medida de tendencia central el promedio de las temperaturas que se generó en cada tratamiento, mediante el monitoreo de cada cinco días hasta llegar los 40 días que es el tiempo de retención asignado por la FAO; se concluyó que el proceso anaeróbico resulta beneficioso pudiendo evaluar la producción de biogás en los cuatro tratamientos, definiendo que la producción los componentes del prototipo es asequible para todos ya que está dentro de las necesidades de la granja y se cuenta con la biomasa.

Finalmente, se consiguió el manejo adecuado de estos residuos pecuarios, favoreciendo a la granja en el control de la excesiva acumulación del estiércol ayudando a controlar y minimizar la contaminación ambiental sin aportar al calentamiento global.

Se recomienda al administrador de la granja ecológica lindero, la aplicación de este proyecto como una alternativa viable para el manejo adecuado de los residuos pecuarios y la protección del medio ambiente, evitando así la acumulación excesiva de estiércol de ganado vacuno.

ABSTRAC

The present investigation consists in carrying out the design of polyethylene discontinuous type biodigester, for the adequate management of the livestock residues of the boundary ecological farm, contributing to the conversion and production of livestock waste (biomass) in diverse forms of energy, through biochemical reactions ; the design and construction of the biodigester on a pilot scale allows the development of the anaerobic process, as a method of treating livestock waste, for the production of biogas; stabilizing it completely the components of organic matter; decomposing it into assimilable compounds for the environment.

The general objective of the project is to determine if the proposed use of cattle manure for the production of biogas contributes to the proper management of livestock waste in the ecological farm boundaries of the district of Tomayquichua, Huánuco from the month of December 2017 to July 2018.

The dimensioning of the equipment is carried out through the construction of the pilot type biodigester in an area of 3.50 meters x 1.20 meters, the component and materials used for the prototype are: a tank of 250 liters, a tank of 60 liters, pvc pipe of 2, 1 "pvc pipe, 4" pipe, 2 "nipple, 1" elbows, 4 "x 45 ° elbows, 4" x 90 ° ½ "elbows, 1" stopcock, wrench 2 "pitch, 5/8 bronze stopcock, saw blade, 1" nipple, 1 "union, brass 5/8 nipple, 5/8 clamp, teflon, gas valve, hose gas driving and other accessories. The characteristics of the prototype are the uptake of the substrate (entrance), the chamber of fermentation or biodigestion; the tank where the substrate is deposited, the biogas conduction pipeline and the tributary pipeline; With a retention time of 40 days, the monitoring of temperature, dissolved oxygen and pH were taken into account in the four treatments, guaranteeing the functioning and generation of the products of anaerobic digestion in the ecological farm boundaries.

The method used is experimental, where the feeding was done with the

mixture of fresh manure, inoculation with bazofia of the tummy of the cow and water, the system was evaluated from December

The method used is experimental, where the feeding was done with the mixture of fresh manure, inoculation with bazofia of the tummy of the cow and water, the system was evaluated from December 2017 to July 2018, where the physical parameters were monitored and monitored: the temperature in ° C, the Ph, dissolved oxygen in each test; For this, a multiparameter equipment was used. An analysis of physicochemical parameters (chloride, fluoride, phosphate, nitrate, nitrite, phosphate, total solids, ammoniacal nitrogen, BOD) and analysis of microbiological parameters (fecal coliforms and total coliforms) was also performed. in the SAG test laboratory of the tributary (inlet) and the effluent (outlet), which allowed us to assess the microbial load, indicating the possible risk points of contamination or microbial multiplication.

In the four treatments, each one with a different temperature, the calculation of the biogas production was carried out by means of the pressure and as a measure of central tendency the average of the temperatures that was generated in each treatment, by means of the monitoring of every five days until reaching the 40 days that is the retention time assigned by the FAO; It was concluded that the anaerobic process is beneficial, being able to use the biogas as a calorific power and the affluent (biol) as a fertilizer for the crops, according to the composition according to the chemical composition. In addition, the production of these components is affordable for everyone since it is within the needs of the farm and biomass is available.

Finally, the proper management of this livestock waste was achieved, favoring the farm in controlling the excessive accumulation of manure, helping to control and minimize environmental pollution without contributing to global warming.

It is recommended to the administrator of the ecological farm boundary, the application of this project as a viable alternative for the proper management of livestock waste and environmental protection, thus avoiding the excessive accumulation of cattle manure.

INTRODUCCION

En la actualidad existen diversos sistemas de ganadería, lo cual conlleva a la gran acumulación de residuos pecuarios, los cuales se vuelven nocivos y peligrosos, provocando daños a la salud y al medio ambiente, lo que me ha llevado a investigar nuevas maneras de contrarrestar esta problemática, utilizando una de las alternativas que concurre en aprovechar la digestión anaerobia en los residuos pecuarios basadas en la utilización de estiércol del vacuno, por medio de este proceso se obtiene el biogás; que son productos de la descomposición de la materia orgánica y/o residuos pecuario.

Con la presente investigación se desea difundir e incentivar el diseño y la utilización de los biodigestores con el fin de aprovechar los residuos pecuarios, ya que se cuenta con las condiciones ambientales para el adecuado desarrollo de esta tecnología. El proyecto es una de las soluciones capaces de ayudar a resolver la problemática de la contaminación ambiental de los residuos pecuarios, las que pueden hacer posible que toda la materia o desecho orgánico de la granja por medio de un proceso anaerobio se obtenga subproductos como el biogás; logrando la estabilización completa de estos residuos, descomponiéndolo en compuestos asimilables para el ambiente y dando solución al problema de acumulación de estiércol en la zona; demostrando que son una de las mejores opciones para solucionar este problema.

Para el diseño, elaboración e implementación se efectúa la cuantificación de estiércol en toda la granja, la cantidad utilizable para el proceso anaerobio, los cálculos del volumen del sustrato, volumen total y los componentes que llevara el biodigestor; validando este diseño a través de un prototipo a escala piloto para la producción de biogás.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Descripción del problema

A nivel mundial existe el aprovechamiento de las principales actividades económicas, la crianza de animales (vacunos, porcinos, cuyes, etc.) así como el aprovechamiento de la carne. Por otro lado, también existe el desecho más abundante generado por los animales que son las heces (materia fecal o estiércol). Estos residuos orgánicos han tenido amplio estudio a través del tiempo para su utilización como biomasa, es decir como materia prima que permite la obtención de energía.

En el Perú, a finales de los años 70 y principios de los 80 se empezó con la investigación y promoción de biodigestores familiares basándose principalmente en los modelos chino e hindú, siendo el modelo chino el que tuvo mayor difusión debido a su menor costo. A esta iniciativa se unieron diferentes instituciones y universidades, de las cuales destacaron dos proyectos ejecutados por la universidad Nacional de Cajamarca y la empresa Gloria S.A. en Arequipa.

A nivel local no hay instituciones o entidades donde se destaca estos proyectos; por ello el interés de investigar y proponer el manejo de estos residuos pecuarios y aún más viendo la realidad del distrito de Tomayquichua y básicamente en la granja ecológica Linderos; crea la inquietud de aprovechar el estiércol de vacuno y llevar esta propuesta a los ganaderos como una alternativa sostenible para la granja; así obtener un manejo de los residuos pecuarios, principalmente de aquellos que se generan por la ejecución de las actividades ganaderas, con el fin de aprovecharlas como fuentes de energía renovable que ayuden a minimizar los impactos ambientales, además aporta un avance biotecnológico, que contribuye en gran parte

al manejo de estos residuos (estiércol) provenientes del sector ganadero, ya que los recursos necesarios para la obtención de materia prima son fácilmente obtenidos, por tanto la producción de biogás se hace factible a un bajo costo; constituyendo una oportunidad para desarrollar tecnología de gasificación de biogás, y evitando la contaminación en el medio ambiente.

Ante la realidad, es preciso aplicar tecnologías con diseños de ingeniería, como nuevas alternativas de contrarrestar el deterioro del medio ambiente, precisamente una de esas alternativas es aprovechar la digestión anaerobia o digestión del estiércol vacuno, a través de biodigestores que en el sector ganadero se aprovecha con materia prima de estiércol para la producción de biogás, minimizando la acumulación del estiércol vacuno depositados en los suelos de la granja lindero.

La producción de biogás, en descomposición anaerobia sirven para tratar los residuos pecuarios, ya que produce un gas natural para calefacción de vacas, también puede servir para la cocción de los alimentos; además de generar un efluente que puede aplicarse como un biofertilizante natural; la generación de estos dos productos, se realiza mediante el uso de un biodigestor, lo cual es un recipiente herméticamente cerrado, donde se realiza un proceso anaeróbico para la desintegración del estiércol, el proceso se da, en ausencia de oxígeno, utilizando relaciones de estiércol – agua para la formación del sustrato o biomasa, con determinados tiempos de retención, de manera que produce biogás y el efluente que puede ser utilizado como biol.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo la propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?

1.2.2. Problemas específicos

P1.- ¿Cómo estudiar la degradación biológica que ocurre durante el proceso de la producción de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?

P2.- ¿Cómo evaluar la producción de biogás a través de los registros de presión del biodigestor en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?

P3.- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del afluente y efluente del biodigestor de la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar si la propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

O1.- Estudiar la degradación biológica que ocurre durante el proceso de la producción de Biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018.

O2.- Evaluar la producción de biogás a través del uso de los residuos pecuarios a diferentes temperaturas mediante los registros de presión del biodigestor en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018.

O3.- Determinar los parámetros fisicoquímicos del afluente y efluente del biodigestor de la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018.

1.4. Justificación de la investigación

Es evidente que en la actualidad la práctica de las actividades ganaderas es responsable de una buena parte del deterioro del medio ambiente, por ello debido a las múltiples acciones que se efectúan en el sector agropecuario; se resalta el incremento de la contaminación de los recursos suelo, agua y aire debido a la gran cantidad de estiércol vacuno que se produce.

En la localidad de Tomaquichua, principalmente en la granja ecológica linderos, la población se dedica a la ganadería, dedicándose así a la crianza de ganado vacuno y generando gran cantidad de residuos pecuarios, sin un manejo adecuado de estos residuos teniendo como resultado el incremento de impactos ambientales generados por la contaminación del estiércol vacuno que afectan el recurso suelo, agua aire.

Las excretas del ganado vacuno (estiércol), son considerados como contaminantes ambientales que aportan al calentamiento global,

lo que motivó a la realización del proyecto, para el aprovechamiento de estiércol como materia prima para la producción de biogás en la granja ecológica lindero.

En este sentido se propone el sistema de generación de biogás a partir de estiércol de ganado vacuno, para el manejo de residuos pecuarios, principalmente de aquellos que se generan por la ejecución de las actividades ganaderas, con el fin de aprovecharlas como fuentes de energía renovable que ayuden a minimizar los impactos ambientales. Por ello, se plantea el sistema de la producción de biogás, además de ser un tema de suma importancia para el avance biotecnológico, también contribuye en gran parte al manejo de la materia orgánica o del estiércol provenientes del sector ganadero, ya que los recursos necesarios para la obtención de materia prima son fácilmente obtenidos, por tanto la producción de biogás se hace factible a un bajo costo y así poder satisfacer la demanda de energía y las necesidades de la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, provincia de Huánuco.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se presentan están relacionadas con la variabilidad de horas de sol e iluminación, o precipitaciones improvisadas, modificando drásticamente los datos.

Escasas investigaciones del tema a nivel local, así también destacamos que es importante recalcar esta limitación ya que nos sirve como una oportunidad para identificar las problemáticas que existe y por ende nuevas investigaciones.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Ambiental

La gran producción de estiércol de vacuno en la granja ecológica lindero es uno de los principales responsables del efecto invernadero, no sólo amenaza al medio ambiente, sino que también es una de las principales causas de la degradación del suelo, de los recursos hídricos y de la atmosfera.

El proyecto de investigación influye de modo considerado útil para tratar estos residuos biodegradables, ya que produce productos de valor. Además, los factores y condiciones ambientales que influye en el proceso anaerobio para la transformación del biogás, contribuyen al desarrollo del proyecto de investigación.

1.6.2. Social

La buena utilización y disposición del estiércol a través de la producción de biogás, ayudaría a resolver ciertos problemas en las actividades ganaderas y mejor calidad de vida en la granja y en la localidad.

1.6.3. Operativo

Existe suficiente recurso humano para obtener la materia orgánica o estiércol vacuno y ejecutar el proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacional

Yolima, et all. (2007), “Diseño, construcción y puesta en marcha de un biodigestor tipo piloto para la obtención de biogas y bioabono a partir de la mezcla de estiércol vacuno y suero de queso”, se realiza a través de la construcción de un biodigestor a escala piloto utilizando el método cuantitativo para determinar los componentes principales del diseño, con el objetivo de construir un equipo para producir biogás para uso doméstico y bioabono como mejorador del suelo, el proyecto tuvo como resultados la utilización de la energía del biogás, evitando comprar gas comercial, que en las zonas rurales que son muy escaso y muy proclive a la especulación, pues los mecanismos de distribución y comercialización son inadecuados.

Arce (2011), “Diseño de un biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del litoral”; como objetivo principal tuvo diseñar un biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del litoral, y se concluyó que con un equipo a escala de bajo costo se puede producir gas, el cual es capaz de satisfacer ciertas demandas locales en los lugares de difícil acceso, y como resultado de toda la investigación se concluyó que es posible la reducción del consumo de energías no renovables en nuestro país, conservando un porcentaje de la conservación del ecosistema circundante donde es aplicado un prototipo de generación de biogás, así mismo se da como efectiva la producción de biogás mediante la utilización de estiércol de vaca, por

los resultados obtenidos durante todas las pruebas realizadas en el digestor, se pudo decir que es rentable y aplicable en cualquier hacienda ganadera, especialmente productora de leche ya que el costo de la materia prima en este caso es 00 soles.

Toala (2013), “Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado en el rancho verónica”, Teniendo como objetivo realizar el diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado en el Rancho Verónica en el año 2013, concluyendo que el análisis de laboratorio del estiércol de ganado vacuno se identificó los siguientes datos: Sólidos Totales 48,76 %, Materia orgánica 26,53 %, Carbono

Orgánico Total 15,84 %, Nitrógeno Total 1,323 %, Fosforo disponible 126,825 mg/Kg, Humedad 51,24 % y Densidad 986,49 Kg/m³; asimismo posee % de residuos orgánicos y carga bacteriana, lo cual genera un riesgo biológico para las personas y animales del rancho, aumentando

la contaminación por la acumulación excesiva y el volumen de carga es de 373 L/día, en relación 1:1 de estiércol-agua, y tiempo de carga de 10 días para iniciar el proceso degradativo.

Pérez (2010), “Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros”, como objetivo principal tuvo diseñar un biodigestor que cumpla con las necesidades energéticas de los pequeños ganaderos y lecheros presentes en las zonas rurales del sur de Chile y que sea técnica y económicamente viable, concluyendo que se puede generar un equipo técnico y económicamente viable para solventar las necesidades energéticas de los pequeños ganaderos y lecheros, la construcción de los estanques y las instalaciones adjuntas tienen una gran participación.

Doroteo (2012), Aprovechamiento de biogás proveniente del abono de ganado vacuno en un establo, teniendo como objetivo principal aprovechar el biogás proveniente del abono de ganado

vacuno, determinar la mejor relación excreta agua para ser utilizada en el proceso y obtener mayor producción de Biogás, concluyendo que la producción de 250 kg de excretas al día de ganado vacuno generadas son factibles de ser aprovechadas para producir 5 m³ de biogás al mes.

2.1.2. Antecedentes nacional

Ferrer, et all. (2008), “Producción de biogás a partir de residuos orgánicos en biodigestores de bajo Coste”, teniendo como objetivo principal difundir el uso de los biodigestores familiares en Perú, como fuente de energía alternativa al uso tradicional de la biomasa, y concluyendo que el desarrollo de digestores en la zona andina presenta una barrera tecnológica fundamental como son las bajas temperaturas, asimismo los digestores robustos ampliamente difundidos, como el chino o el hindú, de gran complejidad y coste elevado, no podrían funcionar estas condiciones climáticas. En cambio, los biodigestores tubulares de plástico, instalados en una zanja con aislamiento térmico del suelo, y cubiertos con un invernadero, son una buena alternativa para superar estas limitaciones.

Cuaila et all. (2012), “Producción de Biogás y biol a partir de excretas de ganado: experiencias en la ciudad de Tacna”, se diseñó, construyó y evaluó el funcionamiento de un biodigestor familiar, tipo manga de polietileno, utilizando adobe en las paredes de la zanja, acolchonado por una manta de sacos y revestido por un cobertor negro lo que ayuda a mantener cálido el sistema; alimentado con estiércol fresco de ganado ovino. Se evaluó el sistema en los meses de marzo y abril del 2011, donde se controló la producción de biogás diaria, temperatura de la manga en tres regiones y la temperatura ambiental. El tiempo de retención inicial fue de 30 días, produciendo posteriormente biogás en forma diaria con un promedio de 400 litros/día con un rango de temperatura del biodigestor entre 30 a 40°C

oscilando la temperatura ambiente entre 20 y 30°C durante los meses de evaluación. Se cuantificó la producción diaria de biol, resultando en 40 litros/día en promedio.

Principe, et all. (2017), “Gestión de residuos orgánicos en el restaurante el mesón – santa anita para la producción de biogás”, donde se tuvo como objetivo la adecuada gestión de residuos sólidos y la segregación de aquellos de tipo orgánico, concluyendo que una parte significativa de los residuos sólidos no son dispuestos en rellenos adecuados. Una forma de reducir esta fuente es convertirla en energía. Con los residuos sólidos orgánicos es posible obtener biogás que es un sustituto renovable del gas propano o el natural. El resultado neto que agrega la reducción de gases por descomposición de residuos sólidos orgánicos y la menor emisión del biogás es positivo económica y ambientalmente.

2.1.3. Antecedentes local

Falcón (2016), “Diseño de sistema productivo sostenible para la obtención de energía, abonos orgánicos y mejoramiento de agua residual en la granja Remata del distrito de Huánuco”, que tuvo como objetivo proponer un diseño de un sistema productivo para la obtención de energía, abono orgánico y mejoramiento de agua residual; a partir de biodigestores con excretas de cuy; obteniendo como resultado que el sistema productivo es sostenible, el cual se obtiene energía (biogás), abono orgánico (biol y biosol) y aguas de calidad que se encontró dentro de los parámetros establecidos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estiércol

Es el nombre con el que se denomina a los excrementos de animales que se utilizan para fertilizar los cultivos. En ocasiones el estiércol está constituido por más de un desecho orgánico, como por

ejemplo excrementos de animales y restos de las camas, como sucede con la paja.

Esta mezcla de material fecal procede del tracto digestivo de los animales que contiene residuos no digeridos de alimentos y factores digestivos como enzimas, jugos gástricos, pancreáticos y células de la mucosa intestinal, bacterias vivas y muertas del colon y productos del desecho del metabolismo. La aplicación del estiércol en el suelo permite el aporte de nutrientes, incrementa la retención de la humedad, y mejora la actividad biológica, con lo cual se incrementa la fertilidad del suelo y por ende su productividad (Tóala, 2013).

2.2.1.1. Contaminación por el estiércol

El sector ganadero genera más gases de efecto invernadero, los cuales al ser medidos en su equivalente en dióxido de carbono (CO₂) son más altos que los del sector del transporte. La ganadería no sólo amenaza al medio ambiente, sino que también es una de las principales causas de la degradación del suelo y de los recursos hídricos.

Además, es responsable del 37% de todo el metano producido por la actividad humana, gas que es 23 más veces más perjudicial que el CO₂ y que se origina en su mayor parte en el sistema digestivo de estos animales: eructando, una sola vaca puede producir entre 100 y 200 litros de metano cada día. Pero las cifras se vuelven peores cuando se trata del óxido nitroso, gas 296 veces más perjudicial que el CO₂, que procede directamente del estiércol de cada una de ellos, cuando cerca del 80% de su dieta normal de hierba termina como desperdicio. Así, el sector ganadero se hace acreedor de nada menos que del 65% de esta emanación a nivel mundial. (Tóala, 2013).

2.2.1.2. Ventajas del estiércol

- En la agricultura y ganadería, la buena utilización y disposición del estiércol a través del compostaje, ayudaría a resolver ciertos problemas en ambas actividades agropecuarias.
- Un adecuado proceso de fermentación o compostaje del estiércol, produciría un material asimilable para las plantas de cultivos y suelos fértiles. Lo que generaría buenas ventajas para el sector agropecuario.
- El estiércol compostado produce más cantidad de humus, aumentando la actividad microbiana, que al aplicar directamente el estiércol sin tratar al suelo.
- La utilización del estiércol como abonos orgánicos naturales, benefician grandemente a los agricultores, minimizando la aplicación de fertilizantes químicos. (Tóala, 2013).

2.2.1.3. Desventajas del estiércol

- Existe gran acumulación del excremento por la intensiva actividad ganadera en las zonas rurales y su inadecuada disposición final, lo que produce impactos negativos al medio ambiente, como la proliferación de enfermedades que afectan al ganado y a las personas dedicadas a estas actividades.
- El estiércol puede contener gran contenido de antibióticos, pesticidas, etc. lo cual generaría una bioacumulación en la zona, ocasionando un problema para el uso de la fertilización del suelo.

- Desequilibrio del compost, o compost de mala calidad al no mezclar estiércoles con gran contenido de macronutrientes, con otros materiales de menor contenido.
- Si se desea utilizar el estiércol como abonos orgánicos o como biogás, los ganaderos necesitan tener conocimientos. (Tóala, 2013).

2.2.1.4. Composición del estiércol

El estiércol no es un abono de composición fija. Esta depende de la edad de los animales de que se procede, de la especie, de la alimentación a que están sometidas, trabajo que realizan, aptitud, naturaleza y composición de camas, etc.

Un animal joven consume mayor cantidad de nitrógeno y fósforo que un animal viejo; las deyecciones que de aquel proceden contienen, pues, menor cantidad de esos elementos. Los animales viejos habiendo cesado de crecer, asimilan los alimentos únicamente las cantidades necesarias para cubrir las pérdidas y dan estiércoles más ricos en elementos fertilizantes.

Las diversas especies animales producen excremento de composición química diferente. Resulta que los orines del ganado abundan en nitrógeno (N) y, sobre todo en potasa (K), y en cambio apenas contienen ácido fosfórico, que se encuentra todo en las deyecciones sólidas. (Tóala, 2013).

En la composición del estiércol influye también la composición de las raciones alimentarias. Cuantas más ricas estas en un determinado elemento, mayor es la cantidad que de ese elemento se encuentra en los excrementos (Bustos, 1991).

Tabla 1. Composición media de estiércoles frescos de diferentes animales
(% materia seca)

NUTRIENTES	VACUNOS	PORCINOS	CAPRINOS	CONEJOS	GALLINAS
Materia orgánica (%)	48.9	45.3	52.8	63.9	54.1
Nitrógeno total (%)	1.27	1.36	1.55	1.94	2.38
Fosforo asimilable (%)	0.81	1.98	2.92	1.82	3.86
Potasio (%)	0.84	0.66	0.74	0.95	1.39
Calcio (%)	2.03	2.72	3.2	2.36	3.63
Magnesio (%)	0.51	0.65	0.57	0.45	0.77

Fuente: Aso., Bustos. 1991.

2.2.1.5. Uso potencial del estiércol

El potencial uso del estiércol durante varias generaciones agropecuarias, ha sido la elaboración de compost, esta práctica permite obtener un producto libre de gérmenes, contrarrestando malos olores, y produciendo sustancias húmicas similares a las del suelo, facilitando la fertilización de los cultivos. El estiércol no solamente puede ser utilizado para la elaboración de compost, sino también para la producción de biogás y biol, sometiéndolo a una degradación en condiciones anaerobias, la cual con instalaciones adecuadas, se puede producir energía (Tóala, 2013).

2.2.1.6. Manejo del estiércol

Las prácticas de manejo del estiércol que se utilizan para mantener el área en que se aloja, encorrala o apacienta ganado, deberían ser implementadas de manera que:

- Minimicen la degradación del suelo y el agua.
- No contribuyan significativamente a la contaminación del agua por nitratos y bacterias patógenas.
- Optimicen el reciclado de nutrientes.
- No incluyan el incinerado ni cualquier práctica inconsistente con las prácticas orgánicas.

Todas las instalaciones de almacén y manipulación del estiércol, así como las instalaciones compostado, deberían ser diseñadas, construidas y operadas de manera prevenga la contaminación de las aguas subterráneas y/o superficiales (FAO y OMS, 2005).

2.2.2. Biogás

Es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, el cual se produce como resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia de aire por la acción de un grupo de microorganismos que interactúan con otros factores (Tóala, 2013).

El biogás, es el resultado de la desintegración o descomposición de los restos orgánicos, convirtiéndose en un combustible de poder calorífico aprovechable, para ser utilizado en procesos como calefacción, cocción de alimentos, etc (Salazar, 2012).

2.2.2.1. Aplicación del biogás

Existen diversas opciones para utilizar el biogás, tres aplicaciones las más importantes y relevantes, estas son:

1. Producción de calor o vapor: hace referencia a la energía térmica (calor) proporcionan energía calorífica para actividades

básicas (calefacción, cocción). Los quemadores de gas convencionales se pueden adaptar fácilmente para operar con biogás, simplemente cambiando la relación aire: gas. El requerimiento de calidad de biogás para quemadores es bajo (FAO, 2011).

2. Generación de electricidad: respecto a esta aplicación, el manual de biogás manifiesta que el biogás se puede utilizar como producción de calor y energía, con una eficiencia comparable a los motores de encendido por chispas y con bajo mantenimiento (FAO, 2011).
3. Combustible para vehículos: el uso vehicular del biogás es posible y en realidad fue empleado hace bastante tiempo. Para ello el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural (FAO, 2011).

El biogás puede ser utilizado en motores de combustión interna tanto a gasolina como diésel. El gas obtenido por fermentación tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110 lo cual lo hace muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, por otro lado una desventaja es su baja velocidad de encendido. Sin embargo su difusión está limitada por una serie de problemas:

- A fin de permitir una autonomía razonable el gas por su volumen debe ser almacenado en contenedores cilíndricos de alta presión (200 a 300 bar); este tipo de almacenamiento implica que el mismo deba ser purificado antes de su compresión (FAO, 2011).
- La conversión de los motores es costosa (instalación similar a la del gas natural) y el peso de los cilindros disminuye la capacidad de carga de los vehículos (FAO, 2011).

- Por último la falta de una adecuada red de abastecimiento y la energía involucrada en la compresión a gran escala de este tipo de uso (FAO, 2011).

2.2.2.2. Composición del biogás

Esta puede variar de acuerdo con el tipo de material orgánico utilizado en la carga del biodigestor y con el tiempo que se utilice en el proceso de biodigestión.

Tabla 2. Composición química de biogás

COMPOSICION	FORMULA	%
metano	CH ₄	60 - 70
bióxido de carbono	CO ₂	30 - 40
hidrogeno	H ₂	Hasta 1.0
sulfuro de hidrogeno	H ₂ S	Hasta 1.0
nitrógeno	N ₂	0.5-3
monóxido de carbono	CO	0.1
oxigeno	O ₂	0.1
ácido sulfhídrico	H ₂ S	0.1

Fuente: Blanco et all. (2011).

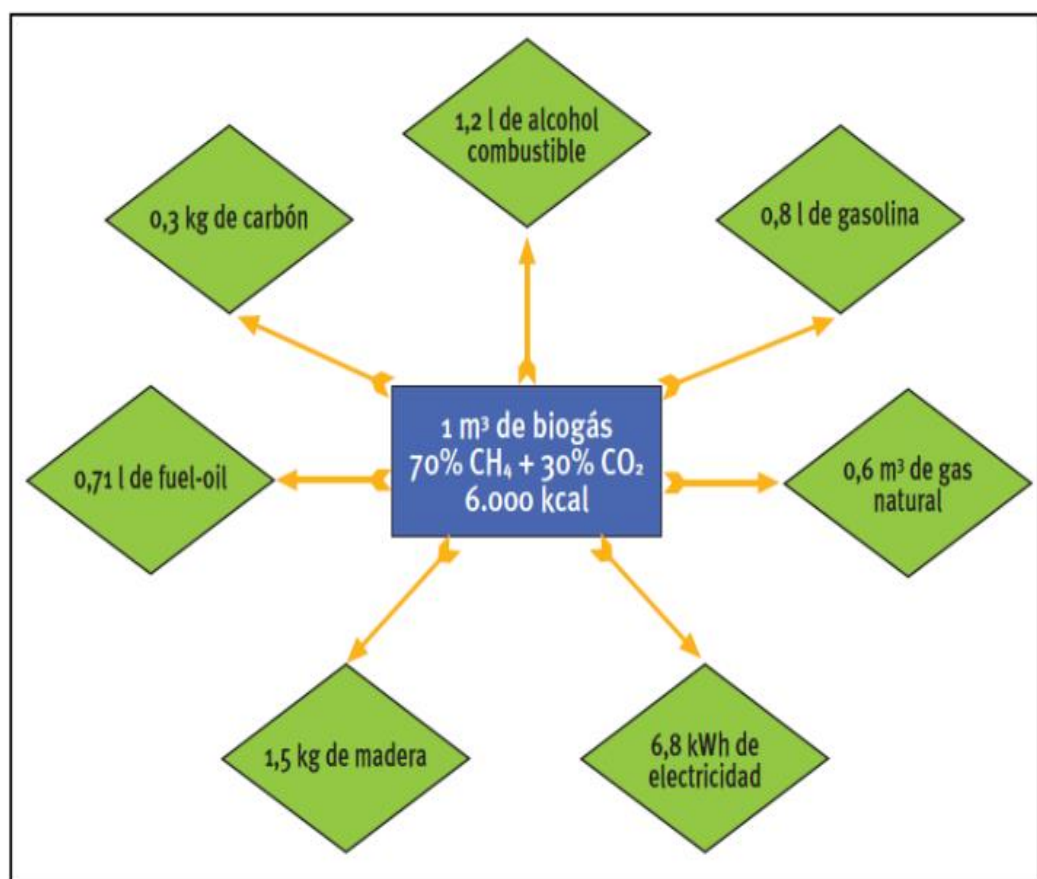
2.2.2.3. Propiedades energéticas del biogás

Las propiedades del biogás se deben a la presencia del gas metano como combustible principal y del hidrogeno en proporción al contenido de los mismos “la combustión es muy limpia dando como productos finales bióxido de carbono y agua que no son contaminantes; por esta razón se dice que el biogás es un combustible

ecológico. El poder calorífico del biogás está comprendida entre 4.500 y 6.000 kilocalorías/m³ dependiendo de su composición" (Albarracín, 1995).

El biogás tiene un poder calorífico algo mayor que la mitad del poder calorífico del gas natural. Un biogás con un contenido de metano de 60% tiene un poder calorífico de unas 5.500 kcal/m³. (Besel, 2007).

Figura 1. Equivalencia de biogas con otras fuentes de energia



Fuente: Besel, S., 2007.

2.2.2.4. Usos del biogas

El biogas, ademas de metano tiene otra serie de compuestos que se comportan como impurezas: agua, sulfuro de hidrogeno, monoxido de carbono y compuestos organicos volatiles. por lo tanto es

necesario realizar una aplicación o limpieza, dependiendo del uso final, una aplicación tipo la digestión anaeróbica es en las granjas de ganado bovino y porcino de gran tamaño. En este caso se puede proponer y proyectar una planta de digestión anaeróbica de producción de biogas como auto abastecimiento energético según las necesidades (BESEL, 2007).

2.2.3. Biodigestores

Un biodigestor es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se coloca el material orgánico, en relaciones de estiércol-agua, y tiempos de retenciones para la degradación anaerobia, generando gas metano y fertilizantes, disminuyendo el potencial contaminante de los excrementos. Puede ser construido con diversos materiales como ladrillo, cemento, metal, plásticos, etc (Tóala, 2013).

2.2.3.1. Historia de los biodigestores

Un biodigestor, tal y como lo detalla la organización SNV WORLD (2012), es un aparato capaz de transformar cualquier materia orgánica –llámense residuos orgánicos, excretas de vacunos, aguas residuales, etc. Dentro del biodigestor, se realiza un proceso de descomposición natural, donde todo aquello que ha ingresado al biodigestor, en combinación con una proporción de agua de 1:2, se fermenta logrando como resultado final 2 sub productos: el biogás (gas metano obtenido a partir de los gases emitidos de la fermentación del input del biodigestor) y el biol (un fertilizante natural con 55 mejores propiedades que el fertilizante artificial).

Cabe recalcar que un biodigestor está compuesto por una cámara de digestión, aquel lugar por donde se ingresa toda la materia orgánica y una campana en la cual se deposita el biogás producto de

la biodigestión anaeróbica. En tal sentido, cabe recalcar la importancia que ha tenido la presencia de los biodigestores al interior del país.

Según el Plan del Programa Nacional de Biodigestores en Perú, elaborado conjuntamente por las organizaciones SNV World, Soluciones Prácticas e Hivos People Unlimited, la historia de los biodigestores y el aprovechamiento de estos para la producción de biogás empezó a finales de los años 70 (SNV-WORLD, 2013).

A continuación, se presenta un listado de hechos vinculados a los biodigestores desde su aparición en el país.

- A finales de los años 70 el instituto de Investigación Tecnológica Industrial de Normas Técnicas (ITINTEC) inició las investigaciones de biodigestores de domo fijo, teniendo como referencia los modelos chinos e hindú.
- A la par de las actividades realizadas por el ITINTEC, la Universidad Nacional de Cajamarca y Gloria S.A. se motivaron a impulsar los biodigestores en Cajamarca y Arequipa.
- Hacia el año 2004, en la ciudad de Cusco se llevó a cabo un proyecto que constaba de la construcción de dos biodigestores de plástico polietileno. El proyecto fue realizado por el INTE de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) y el Instituto para una Alternativa Agraria (IAA).
- En el año 2007, se logró instalar 13 biodigestores en Yanaoca, capital de la provincia de Canas en Cusco. Al mismo tiempo, en la Universidad San Antonio Abad de Cusco se instaló una planta piloto para profundizar la investigación de los biodigestores tubulares.

- Adicionalmente, en el año 2007, la organización Soluciones Prácticas instaló biodigestores tubulares de polietileno en la ciudad de Cajamarca (SNV WORLD, 2012).

2.2.3.2. Tipos de los biodigestores

- Sistema discontinuo: es conocido también como como el sistema de carga fija, ya que se carga una sola vez en forma total y luego se cierra herméticamente por unos 20 o 50 días, donde se descarga después de la producción de biogás (FAO, 2011).
- Sistema semicontinuo: es el modelo tipo Bach, es el más conocido de uso urbano o rural, presenta buena eficiencia de producción de biogás diaria (FAO, 2011).
- Sistema continuo: es el sistema que garantiza que la biomasa en el interior del recipiente, tenga un flojo constante. Interiormente tienen un sistema de agitación que permite la remoción constante del estiércol de ganado vacuno que finalmente se transforma en biogás, los principales son el tipo hindú y el tipo chino (FAO, 2011).

2.2.3.3. Efluentes del biodigestor

La carga del afluente, como máximo tiene un 8 % de solidos totales, la entrada de este afluente, genera un volumen que equivale del efluente o el material de descarga, que presenta aproximadamente alrededor de un 2% de solidos totales (FAO, 2011).

2.2.3.4. Componentes de un digestor anaerobio

Los componentes de un digestor anaerobio está conformado por un reactor o contenedor de la materia prima, accesorios para la salida

del biogás, entrada o carga de la materia orgánica o afluente, salida o descarga de la materia orgánica o efluente (FAO, 2011).

- **Entrada de mezcla estiércol / agua**

Es un depósito cuadrado o cilíndrico donde se recibe el material orgánico, en el cual se realiza la mezcla del estiércol con agua, para obtener un sustrato óptimo para la fermentación. (Tóala, 2013).

- **Cámara de fermentación**

Es el lugar donde se produce la degradación del material orgánico en ausencia de oxígeno en tiempos prolongados de fermentación, generando biogás y biol (Tóala, 2013).

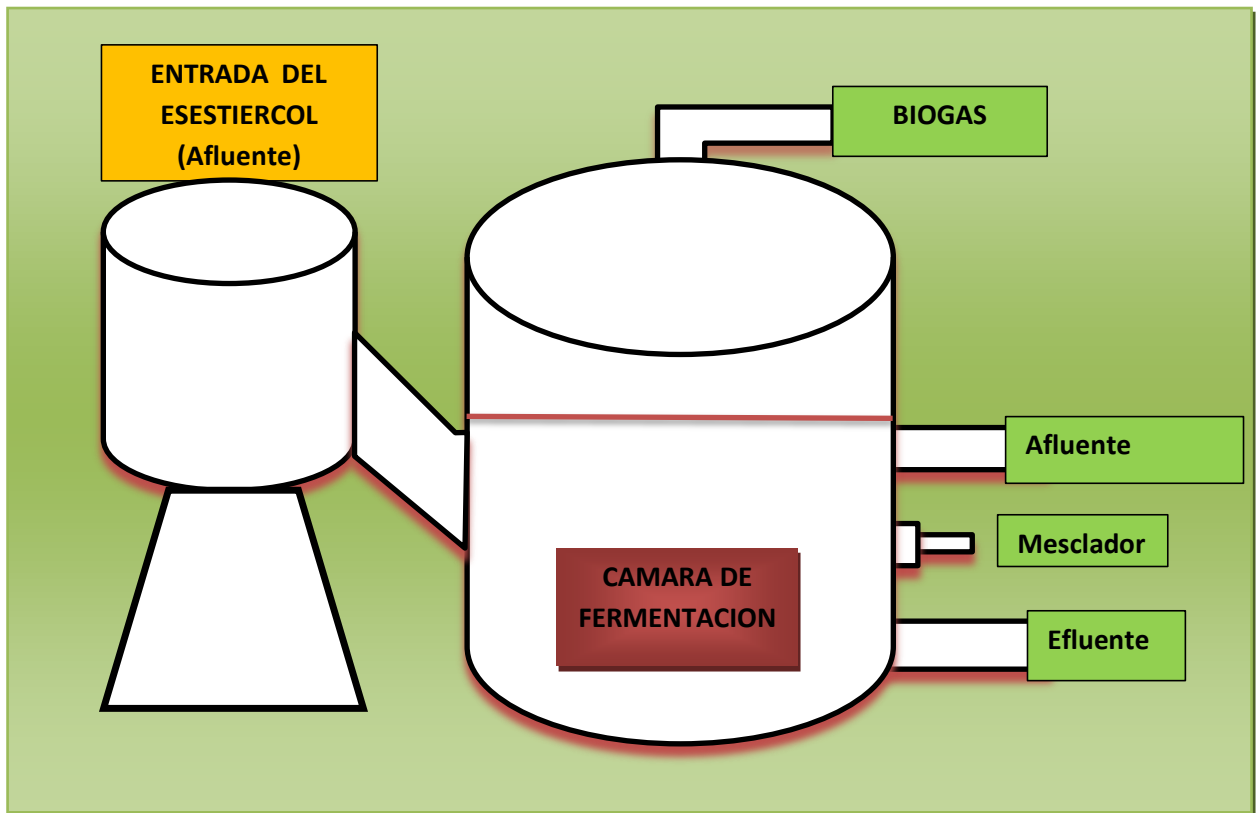
- **Depósito de salida**

Es aquel depósito donde se recoge el fertilizante o bioabono producido de manera momentánea durante el proceso anaerobio o como resultado de esta transformación del material orgánico, se generan productos con un alto grado de concentración de nutrientes.

El funcionamiento dependerá principalmente de la relación estiércol-agua, condiciones de temperatura y pH, el biodigestor de tipo discontinuo tendrá buen rendimiento dependiendo del estiércol, y el tiempo de retención necesarios para completar cada una de las etapas de la digestión anaerobia. Se puede utilizar excrementos de ganado porcino, vacuno, caprino, humanos y animales, como también restos vegetales, etc. que son fácilmente degradados en el biodigestor. Debemos tomar en cuenta no incluir en la mezcla del sustrato huesos, grasas, tierra, piedras, maderas verdes; ramas, troncos, aserrín, viruta. Ya que resisten el ataque de los

microorganismos, impidiendo la degradación total del sustrato (Tóala, 2013).

Figura 2. Partes funcionamiento del biodigestor



Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Biodigestión

2.2.4.1. Digestión anaerobia

La digestión anaeróbica es la degradación biológica u oxidación del material orgánico (estiércol), donde interviene microorganismos en ausencia de aire (oxígeno molecular). En este proceso el material a degradar se transforma en dos productos utilizables, el uno en un producto estable e inerte llamado biol y el otro en biogás con un alto contenido de metano, ambos productos de este proceso poseen cualidades energéticas. Las degradaciones anaerobias interactúan diferentes grupos microbianos, haciendo un proceso complejo, pero de

manera coordinada y secuencial para la degradación de la materia orgánica (Tóala, 2013).

➤ **Hidrolisis**

Esta es la etapa donde las proteínas, carbohidratos y grasas son transformados en compuestos solubles por acción de bacterias proteolíticas, celulíticas y lipolíticas, respectivamente. Esta etapa es fundamental para suministrar los compuestos orgánicos necesarios para la estabilización anaeróbica en forma que pueden ser utilizados por las bacterias responsables de las dos etapas siguientes (Tóala, 2013).

➤ **Acidogénesis**

Los compuestos solubles resultados de la primera etapa, son transformados por acción bacterial en ácidos orgánicos simples volátiles, acetatos, amoniacos, hidrógeno y bióxido de carbono. Esta etapa la pueden llevar a cabo bacterias anaeróbicas o facultativas (Tóala, 2013).

➤ **Acetogénesis**

En esta etapa las bacterias acetogénicas interactúan con las Archaeas metanogénicas colaborando entre sí, a fin de transformar los ácidos grasos resultantes en los sustratos propios de la metanogénesis (Tóala, 2013).

➤ **Metanogénesis**

Finalmente, mediante la acción de las bacterias metanogénicas, el hidrogeno y parte de los acetatos, son transformados en metano y bióxido de carbono. El amoniaco se

estabiliza en forma de sales de amonio, permaneciendo en esta forma todo el contenido original de nitrógeno de la materia orgánica, que está sometido al proceso de biodegradación anaeróbica. El metabolismo de estas bacterias es más lento, y son más sensibles a distintas condiciones ambientales (Tóala, 2013).

2.2.4.2. Condiciones para la biodigestión

La digestión anaerobia es una fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases, que contiene componentes difíciles de degradar; sin embargo si las condiciones son favorables este proceso es óptimo (Marti, H, 2008).

Temperatura

Un factor primordial es la temperatura, pues de ella depende que los microorganismos se encuentren activos y trabajando, debemos simular las condiciones óptimas para minimizar los tiempos de retención del sustrato (Marti, H, 2008).

Tabla 3. Condiciones óptimas para la biodigestión

Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
Trópico	30	15
Valle	20	25
Altiplano	10	60

Fuente: Marti, H, 2008.

pH

Valor optimo entre 6.6 – 7.6 (Tóala, 2013).

Herméticamente sellado

Lo que facilita el trabajo de los microorganismos en un ambiente anaerobio y óptimo (Tóala, 2013).

El sustrato

Se encuentre bien mezclado y no tenga tamaños grandes que dificulten la degradación (Tóala, 2013).

2.3. Definiciones conceptuales

A. Biodigestor

Un biodigestor es un contenedor hermético que permite la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía. El biodigestor cuenta con una entrada para el material orgánico, un espacio para su descomposición, una salida con válvula de control para el gas (biogás), y una salida para el material ya procesado (Tóala, 2013).

B. Biogás

El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas (Tóala, 2013).

C. Biomasa

La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica (Tóala, 2013).

Para seleccionar la biomasa se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- El contenido de sustancias orgánicas debe ser el apropiado para el tipo de fermentación elegido (Tóala, 2013).
- El valor nutricional de la sustancia orgánica se relaciona directamente con el potencial de formación de biogás, por ende se busca que sea lo más alto posible (Tóala, 2013).
- El sustrato debe estar libre de agentes patógenos que puedan inhibir el proceso de fermentación (Tóala, 2013).
- El contenido de sustancias perjudiciales o tóxicas debe ser controlado para permitir una tranquila evolución de la fermentación (Tóala, 2013).
- Es importante que el resultado final del sustrato (después de haber aprovechado la fermentación para generar biogás) sea un desecho utilizable como por ejemplo fertilizante (Tóala, 2013).

D. Digestión anaerobio

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores.

Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, residuos vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa,

de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles.

En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico. En la digestión anaeróbica, los microorganismos metanogénicos desempeñan la función de enzimas respiratorios y, junto con las bacterias no metanogénicas, constituyen una cadena alimentaria que guarda relación con las cadenas enzimáticas de células aeróbicas. De esta forma, los residuos orgánicos se transforman completamente en biogás que abandona el sistema. Sin embargo, el biogás generado suele estar contaminado con diferentes componentes, que pueden complicar el manejo y aprovechamiento del mismo (Tóala, 2013).

El proceso anaeróbico se clasifica como fermentación anaeróbica o respiración anaeróbica dependiendo del tipo de aceptores de electrones (Tóala, 2013).

E. Fermentación anaerobia

En una fermentación anaeróbica, la materia orgánica es catalizada en ausencia de un aceptor de electrones externo mediante microorganismos anaeróbicos estrictos o facultativos a través de reacciones de oxidación-reducción bajo condiciones de oscuridad.

El producto generado durante el proceso acepta los electrones liberados durante la descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la materia orgánica actúa como dador y aceptor de electrones. En la fermentación, el sustrato es parcialmente oxidado y por lo tanto, sólo una pequeña cantidad

de la energía contenida en el sustrato se conserva. Es importante destacar que la mayor parte (dos tercios) del metano se produce mediante fermentación anaeróbica en el cual el acetato actúa como dador y aceptor de electrones. la producción de metano mediante esta vía se conoce comúnmente como metanogénesis acetotrófica. La fermentación anaeróbica se puede aplicar para la recuperación de biocombustibles (hidrógeno y butanol) y productos bioquímicos (nisina y ácido láctico) (Tóala, 2013).

F. Respiración anaerobia

La respiración anaeróbica es un proceso biológico de óxido-reducción de monosacáridos y otros compuestos en el que el aceptor terminal de electrones es una molécula inorgánica distinta del oxígeno, y más raramente una molécula orgánica. la realizan exclusivamente algunos grupos de bacterias y para ello utilizan una cadena transportadora de electrones análoga a la de las mitocondrias en la respiración aeróbica. no debe confundirse con la fermentación, que es un proceso también anaeróbico, pero en el que no participa nada parecido a una cadena transportadora de electrones y el aceptor final de electrones es siempre una molécula orgánica (Tóala, 2013).

G. Dilución

La dilución es la reducción de la concentración de una sustancia química en una disolución, consiste en rebajar la cantidad de soluto por unidad de volumen de disolución. Se logra adicionando más diluyente a la misma cantidad de soluto; se toma una poca porción de una solución alícuota y después esta misma se introduce en más disolvente (Tóala, 2013).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H1: La propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.

H0: La propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás no contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.

2.4.2. Hipótesis específicos

H1: La producción de biogás es diferente en al menos un grupo de los cuatro tratamientos en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.

H0: La producción de biogás no es diferente en al menos un grupo de los cuatro tratamientos en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.

H3: Los parámetros físico-químicos del afluente y efluente se optimizan para la elaboración de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.

H0: Los parámetros físico-químicos del afluente y efluente no se optimizan para la elaboración de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.

2.5. Variables

2.5.1. Variable independiente

Residuos pecuarios

2.5.2. Variable dependiente

Producción de biogás

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 4: Operacionalización de variables

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION: “APROVECHAMIENTO DEL ESTIERCOL DE VACUNO PARA LA ELABORACION DE BIOGAS COMO PROPUESTA AL MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS EN LA GRANJA ECOLOGICA LINDERO, TOMAYQUICHUA, AMBO, HUANUCO 2017” TESISTA: BACH. ESPAÑA QUINTANA, EMPERATRIZ JAMIL			
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE: residuos pecuarios	SUSTRATO Estiercol de vacuno * Desecho organico * recurso organico reaprovechable concentracion de agua * Biomolecula inorganica *Recurso natural	Peso del estiercol volumen del agua Parametros fisico-quimicos *Ph *Temperatura *Oxigeno Disuelto *Demanda bioquimica de oxigeno *Nitrogeno amoniacal *solidos totales Parametros microbiologicos *coliformes totales *coliformes termotolerantes	Kg Lt Concentracion °C % mg/L mg/L mg/L NMP/100mL NMP/100mL
DEPENDIENTE: Produccion de biogas	BIOGAS *Producto reaprovechable	Presion del biogas Parametros fisico-quimicos *Ph *Temperatura *Oxigeno Disuelto *Demanda bioquimica de oxigeno *Nitrogeno amoniacal *solidos totales *Cloruro *Floruro *Nitrato *Nitrito *Sulfato *Fosfato Parametros microbiologicos *coliformes totales *coliformes termotolerantes	PSI Concentracion °C % mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L NMP/100mL NMP/100mL

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. Enfoque

Mixto

La investigación a considerar es con enfoque mixto, ya que consiste en la integración sistemática de los métodos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio; con el único fin de obtener un estudio más complejo del fenómeno. Pueden ser conjugados de tal manera que ambos métodos conserven sus estructuras y procedimientos originales (Hernández, 2010).

3.1.2. Alcance o nivel

Experimental

El nivel de la investigación es experimental, ya que se puede manipular la variable independiente para buscar resultados óptimos (Hernández, 2010).

3.1.3. Diseño

Experimental

El diseño de investigación es experimental, ya que se realizó un total de cuatro experimentos, bajo condiciones controladas, asimismo existió la manipulación intencional de las variables, cumpliendo ciertos requisitos para establecer estas influencias (Hernández, 2010).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Está conformado por 110.67 kg de estiércol/día de vacuno de la granja ecológica lindero de tomayquichua – Huanuco.

- **Ubicación:** El estiércol de ganado vacuno se encuentra ubicado en la granja ecológica lindero del distrito de Tomayquichua, provincia de Ambo, departamento de Huanuco.
- **Área del biodigestor tipo piloto = $4.20 m^2$**

3.2.2. Muestra

Las muestras fueron recogidas del establo de la granja ecológica linderos, considerando en cada tratamiento 62.5 kg de estiércol con 62.5 litros de agua.

Tabla 5. Toma de muestra estiércol - agua/día

TOMA DE MUESTRA ESTIERCOL - AGUA/DIA

N° DE GANADO VACUNO	PESO DE ESTIERCOL (KG)	AGUA (LT)
06 vacas	62.50	62.50
03 vaquillonas		
01 ternera		

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Área de investigación

La granja ecológica linderos se encuentra ubicada en la localidad de tomayquichua, distrito ambo departamento de Huánuco. (Ver figura)

- **Administrador:** José Trejo
- **Propietario:** Asociación TAMAR
- **RUC:** 20489482941
- **Localidad:** Lindero – Tomayquichua

La granja ecológica linderos surgió gracias a la asociación paz y esperanza que se compró dicha granja para dar autosostenibilidad a la “Casa del buen trato”, que brinda protección y rehabilitación integra a las mujeres, niñas y adolescentes víctimas de abuso sexual o violencia familiar.

La granja ecológica linderos vende productos naturales en su local principal que se encuentra ubicado en el Jr. Dos de mayo cuadra 12, y también en la misma granja (Tomayquichua), obteniendo ganancias para cubrir gastos del albergue, la granja cuenta con un terreno extenso donde se puede observar la crianza de ganado vacuno para la producción de leche, asimismo tiene áreas verdes y plantas frutales, como naranjos, lúcumas, limones y paltos.

Clima de la localidad de Tomayquichua, Distrito Ambo, Departamento Huánuco: El clima en Tomayquichua es un clima de estepa local, es tan agradable y benigno con poca lluvia durante el año, la temperatura media anual es de 17.9 °C, la precipitación es de 402 mm al año. La precipitación es más baja en el mes de julio, de noviembre a junio es el mes más caluroso del año, con temperatura promedio de 19.2 °C y de julio a octubre es el mes más frío, con temperatura promedio de 16.2 °C.

Tabla 6. Tabla climatológica - Tomayquichua

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	18.7	18.6	18.1	18.3	17.2	16.4	16.2	17	17.8	18.5	19.2	19
Temperatura min. (°C)	11.8	11.8	11.6	11.3	9	8	7.5	8.6	10	11.2	11.8	12
Temperatura máx. (°C)	25.6	25.4	24.6	25.4	25.5	24.8	24.9	25.5	25.7	25.9	26.6	26
Temperatura media (°F)	65.7	65.5	64.6	64.9	63.0	61.5	61.2	62.6	64.0	65.3	66.6	66.2
Temperatura min. (°F)	53.2	53.2	52.9	52.3	48.2	46.4	45.5	47.5	50.0	52.2	53.2	53.6
Temperatura máx. (°F)	78.1	77.7	76.3	77.7	77.9	76.6	76.8	77.9	78.3	78.6	79.9	78.8
Precipitación (mm)	60	67	65	24	10	5	4	9	19	40	44	55

Fuente: SENHAMI - 2017

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Para la recolección de datos

Etapas preliminares

Para la recolección y recopilación de datos, se realizó una investigación y revisión bibliográfica (conceptos, definiciones, antecedentes, problemáticas, etc.), teniendo como referencia esta información; se hizo el diagnóstico del manejo de los residuos pecuarios en la granja ecológica Lindero.

Etapas de campo

Para la selección de la granja ecológica Lindero de Tomayquichua, Ambo, Huánuco; se buscó la disposición del área y su aceptación del proyecto de tesis por parte del administrador; posterior a ello se escogió el área en la granja ecológica Lindero que cuenta con las características apropiadas para la implementación del biodigestor. La etapa de campo se dividió en: construcción e implementación del biodigestor tipo discontinuo, cálculo de la cantidad del sustrato.

Construcción e implementación del biodigestor tipo discontinuo: Para en la construcción e instalación del prototipo piloto, se tuvo en cuenta que el tanque o la cámara de fermentación juntamente con los accesorios de PVC se encuentren herméticamente sellados con pegamento especial nico para PVC y teflón, para no tener fugas cuando se empieza a dar el proceso anaeróbico, por ende generar óptimos resultados. Se hizo los 04 agujeros en el tanque para la entrada o captación del estiércol, salida de sedimentos, se utilizaron los siguientes materiales.

Tabla 7. Materiales para la construcción del prototipo

CANTIDAD	MATERIALES
1 UND	tanque de 200 litros
1 UND	tanque de 60 litros
1 mt	tuberia de 2 "
1 mt	tuberia de 1"
1 UND	niple de 2"
4 UND	codos de 1"
2 UND	codos de 4" de 45°
2 UND	codos de 4" de 90°
1.5 mt	tuberia de 4"
1 UND	Llave de paso de 1"
1 UND	Llave de paso de 2"
1 UND	niple de 1"
2 UND	union de 1"
4 UND	teflon
1 UND	valvula de gas
1 mt	manguera para gas
1 UND	niple de bronce de 5/8 para gas
1 UND	T de bronce 5/8 para gas
2 UND	abrazaeras de 5/8
1 UND	manometro
1 UND	llave de paso de bronce de 5/8 para gas
1 UND	union de bronce de 5/8
1 UND	taladro
1 UND	hoja de sierra
3 UND	pegamentos azul nicol alta calidad
1 UND	camara de llanta
1 UND	Llave inglesa
1 UND	silicono negra
1 UND	soporte de 1.5 mt x 0.8 mt
1 UND	lija de agua #80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Instrumentos para la recolección de datos

CANTIDAD	INSTRUMENTOS
1	Multiparametro
1	Manometro
2	Frascos de plástico 1L
2	Frasco de plastico de 500 mL
2	Frasco de vidrio esteril de 250 mL
1	Cuaderno de campo
1	registro para las presiones de biogas
1	Registro de parámetros físico-químicos (T°, pH, OD)
2	Registro de cadena de custodia para los análisis requeridos

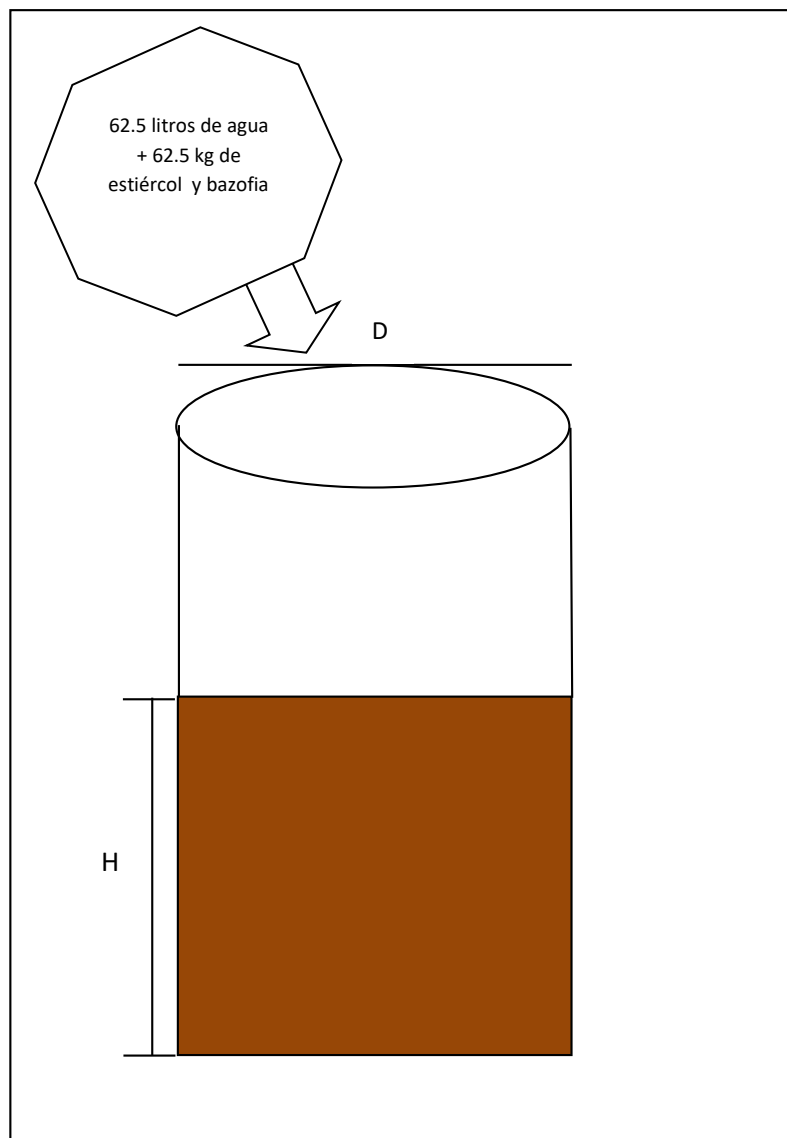
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Para la presentación de datos

Calculo de la cantidad del sustrato para el proceso: Una vez armado el prototipo a escala piloto, se procede a determinar la cantidad del sustrato.

- **Determinación de la densidad de estiércol:** Para el cálculo de la densidad de estiércol, se realiza una práctica para determinar el volumen que contiene el estiércol fresco, esta práctica consiste en colocar 62.5 kg de estiércol en un recipiente cilindro graduado y con 62.5 Litros de agua de modo que al sumergir el sustrato tenemos una altura (H).

Figura N° 3: Preparación del sustrato



Fuente: Elaboración propia

De esta manera se obtiene la altura de 0.55 metros que alcanza los 125 litros de sustrato, en cilindro de diámetro de 0.54 metros.

Procedimientos para la presentación de datos

1. Cantidad estiércol vacuno

Es la cantidad promedio de estiércol (KG/d), para hallar la cantidad promedio de materia orgánica se realiza la recolección diaria del estiércol, el cual fue pesado con romana, lo cual se realizó en horas de la mañana, en horario definido (8 am) donde el personal cumple su función de hacer limpieza.

2. Volumen del agua

Es la cantidad (L) que se sumista al tanque de mezcla para la obtención del sustrato, mediante una relación 1:1 lo que significa que por 1 kg de estiércol vacuno, se integra 1 litro de agua. El suministro del agua cubrió 0.55 metros de altura en el tanque.

3. Producción de biogás

Es la cantidad de biogás que se produce en un tratamiento del proceso. Se evaluó la obtención de biogás después de los 40 días de retención del sustrato donde se produjo el proceso de biodigestor, para lo cual se instaló un manómetro para medir la presión de biogas, lo cual se registró los datos.

4. Producción de biol o bioabono (efluente)

Se midió el biol producido al final del proceso de biodigestion, para lo cual se realizó la medición de las variables pH, T°, OD asimismo sus parámetros fisicoquímicos en el laboratorio de ensayo.

5. Eficiencia del sistema

Se midió la eficiencia del sistema, a través del porcentaje en el cual se logró disminuir la contaminación de la biomasa, considerando los análisis del laboratorio tanto de entrada (afluente) y salida (efluente).

Se comprobó la eficiencia del biodigestor mediante el grado de descomposición que existe entre el afluente y el efluente.

6. Temperatura del sustrato

Se tomaron los datos periódicamente de temperatura con el multiparametro wáter quality meter antes, durante y después del proceso anaeróbico.

7. pH del sustrato

Se tomaron los datos periódicamente de la concentración de pH con el multiparametro wáter quality meter antes, durante y después del proceso anaeróbico.

8. Oxígeno disuelto

Se tomaron los datos periódicamente de OD con el multiparametro wáter quality meter antes, durante y después del proceso anaeróbico.

9. Análisis del laboratorio

Se analizaron tanto el afluente y el efluente para conocer el valor de concentración antes y después del proceso de biodigestión.

- Análisis de parámetros fisicoquímicos (cloruro, fluoruro, fosfato, nitrato, nitrito, fosfato, solidos totales, nitrógeno amoniacal, DBO).
- Análisis de parámetros microbiológicos (coliformes fecales y coliformes totales)

10. Manejo de los tratamientos

El proyecto se desarrolló en la granja ecológica lindero – Tomayquichua, utilizando un total de 62.5 Kg de estiércol por cada tratamiento, el tiempo que duro cada tratamiento fue de 40 días. El proyecto se inició en el mes de diciembre del 2017 hasta julio del 2018, la toma de datos se hizo periódicamente durante los 40 días.

3.3.3. Para el análisis e interpretación de datos

En los cuatro tratamientos, cada uno con temperaturas diferentes, se realizó el cálculo de la producción de biogás mediante la presión y como medida de tendencia central el promedio de las temperaturas.

Para la determinar si existe diferencia o no, se usó la prueba de tuckey, conocido como la prueba post hoc.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Procesamiento de datos

4.1.1. Calculo del promedio de generación de estiércol en la granja ecológica lindero

El promedio de la generación de estiércol vacuno en la granja se calculó primero en relación al tiempo de retención que dura cada proceso anaerobio, y finalmente se obtuvo 110.67 como promedio general de generación de estiércol vacuno/día en la granja ecológica lindero.

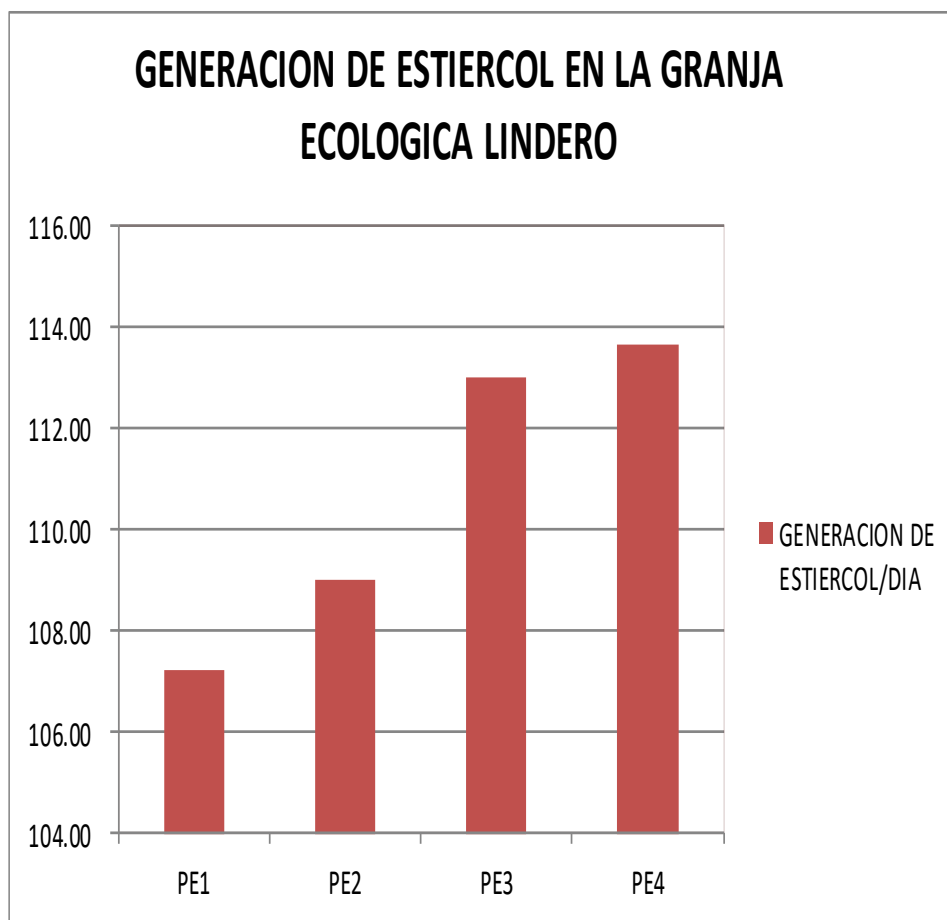
Asimismo en cada tratamiento se utilizó 62.5 kg de estiércol y 62.5 litros de agua para la biodigestión, el resto de la biomasa o estiércol fresco se dispuso al área de compostaje.

Tabla 9. Promedio del estiércol vacuno en la granja ecológica lindero

TIPO DE VACUNO	PROM. ESTIERCOL	MUESTRA	BIODIGESTOR
6 vacas, 3 vaquillonas y 1 ternera	107.25	M1	62.5 Kg
	109.00	M2	
	113.00	M3	
	113.67	M4	

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Generación de estiércol de ganado vacuno en la granja ecológica lindero



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En los cuatro tratamientos, la generación de estiércol por día varía, porque inicialmente estos residuos se vertían por el agua y la acumulación era mínima, posteriormente esta biomasa es aprovechada y la acumulación de estiércol se incrementa.

4.1.2. Cálculo del volumen del sustrato

Para determinar la cantidad de sustrato que va ingresar en los 250L de capacidad del tanque, se toma en cuenta que el 50 % de capacidad del tanque corresponde al sustrato, y el 50 % restante al biogás, de ello se tiene lo siguiente.

Ecuación 4.1.2 – 1

$$V_s = C_t \times 0.50$$

Dónde:

V_s = volumen del sustrato

C_t = capacidad del tanque

$$V_s = 250L \times 0.50$$

La cantidad de sustrato que ingresa en el tanque es de 125L, tomando en cuenta una relación de estiércol - agua de 1:1, por lo tanto establecemos lo siguiente:

$$L \text{ de estiércol} + L \text{ de agua} = 125 L \text{ de sustrato}$$

Utilizando la densidad del estiércol se transforma los 62.5 L estiércol en kilogramos, este valor nos da 62.5 kg de estiércol, si utilizamos el valor de la densidad del agua, esto no influye en los valores de estiércol y del agua, por lo que se puede decir también:

$$62.5 \text{ Kg de estiércol} + 62.5 \text{ Kg de agua} = 125 \text{ kg de sustrato}$$

Por lo tanto decimos que, se pesara 62.5 kg de estiércol, y se mezclara con 62.5 kg o litros de agua.

4.1.3. calculo del volumen de estiércol contenido en el tanque

Se aplica la siguiente formula.

Ecuación 4.1.3 – 1

$$Ve = \pi r^2 H$$

Dónde:

π = valor de Pi.

r = radio del cilindro

H = altura que alcanza el estiércol en el cilindro

$$Ve = \pi r^2 H$$

$$Ve = 3.1416 \times (0.27m)^2 \times 0.55 m$$

$$Ve = 0.1259m^3$$

Luego calculamos la densidad, a partir de la formula

Ecuación 3.3.1. – 2

$$D = \frac{m}{v}$$

Dónde:

D = Densidad

m = masa

V = volumen

$$D = \frac{m}{v}$$

$$D = \frac{125 \text{ Kg}}{0.1259 \text{ m}^3}$$

$$D = 992.85 \text{ Kg/m}^3$$

Por lo tanto la densidad del estiércol corresponde a 992.85 Kg/m^3 que es un valor aproximado al valor de la densidad del agua de 997.00 kg/m^3 .

4.1.4. Características fisicoquímicas y microbiológicas

Instrumentos de recolección de datos: La técnica utilizada para el proyecto es observación, medición y registro de variables que consiste en la toma de datos de forma sistemática y cualquier acontecimiento que se produzca de ámbito del procedimiento experimental. La recolección de datos se toma de manera continua para controlar el sistema, y poseer los estándares de validez y confiabilidad de lograr óptimos resultados.

Asimismo se elaboró formatos para la toma de datos de la temperatura, pH y el Oxígeno disuelto, para el análisis e interpretación, los cuales fueron almacenados en una base de datos de Excel.

Tabla 10. Muestras para la carga al biodigestor

MUESTRA	pH	T°	OD
T1	6.40	20.50	5.10
T2	6.51	18.90	5.20
T3	6.58	22.20	5.10
T4	6.88	18.90	5.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Parámetros de afluente

RESULTADOS ANALITICOS FISICO - QUIMICOS Y MICROBIOLOGICO		
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
DBO	Mg/L	4669.00
NH3	Mg/L	103.20
Solidos totales	Mg/L	56000.00
Coliformes totales	NMP/100mL	540X10000000
Coliformes fecales	NMP/100mL	350 X10000000

Interpretación: los parámetros de entrada (afluente) fueron analizados en el laboratorio de ensayo acreditado por el INDACAL, los cuales se evaluó: DBO, NH3, SOLIDOS TOTALES, COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES.

Tabla 12. Parámetros de efluente

RESULTADOS ANALITICOS FISICO - QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS		
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
CLORURO	mg/L	202.86
FLUORUROS	mg/L	0.0357
FOSFATO	mg/L	164.125
NITRATO	mg/L	2.845
NITRITO	mg/L	0.885
SULFATO	mg/L	11.07
DBO	mg/L	4850.00
NH3	mg/L	145.10
SOLIDOS TOTALES	mg/L	23870.00
Coliformes totales	NMP/100mL	130X10000000
Coliformes fecales	NMP/100mL	79X10000000

Interpretación: los parámetros de salida (efluente) fueron analizados en el laboratorio de ensayo acreditado por el INDACAL, los cuales se evaluó: CLORURO, FLORURO, FOSFATO, NITRATO, NITRITO, SULFATO.DBO, NH3, SOLIDOS TOTALES, COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES,

4.1.5. Monitoreo del primer tratamiento

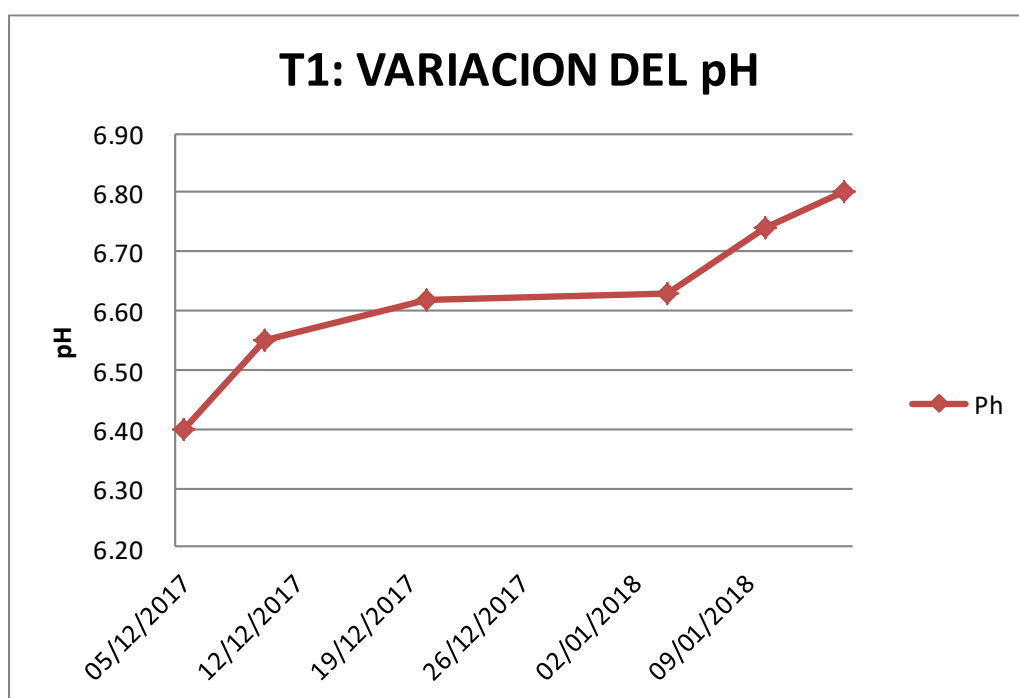
En el primer tratamiento se pudo constatar que el pH de la mezcla es ligeramente ácido, y la temperatura presenta inestabilidad.

Tabla 13. T1 – pH, Temperatura y OD

T1				
DIA	HORA	Ph	T°	OD
05/12/2017	08:00 a.m.	6.40	20.50	5.10
10/12/2017	07:45 a.m.	6.55	22.40	5.00
20/12/2017	08:00 a.m.	6.62	22.60	4.50
04/01/2018	08:00 a.m.	6.63	22.50	4.30
10/01/2018	08:00 a.m.	6.74	20.40	3.10
15/01/2018	08:30 a.m.	6.80	20.40	2.60

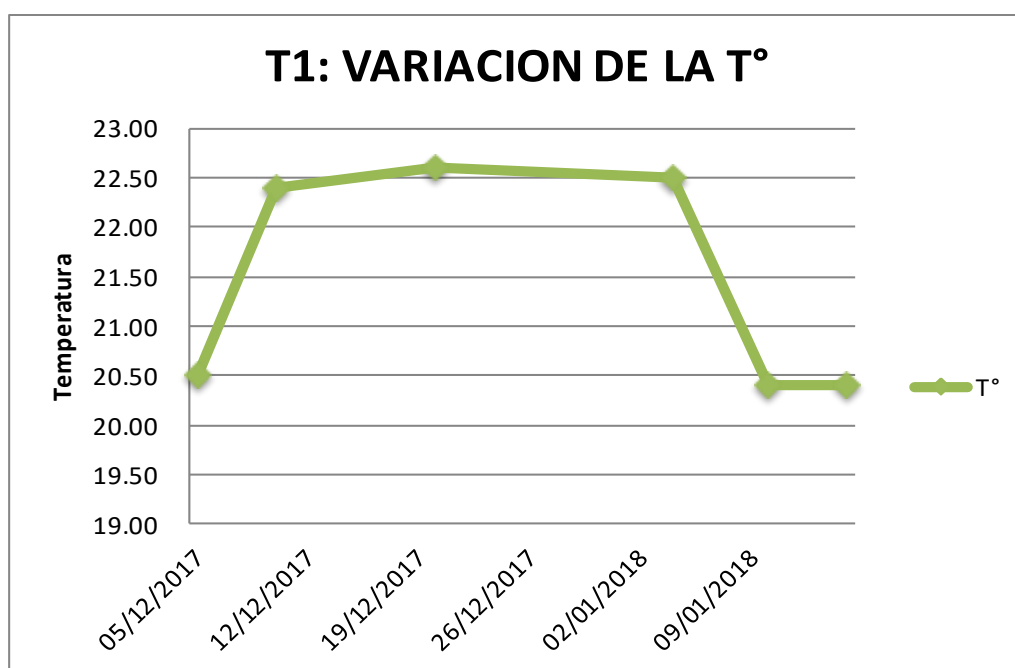
Fuente: Elaboración propia

Figura 5. T1 - Variación del pH



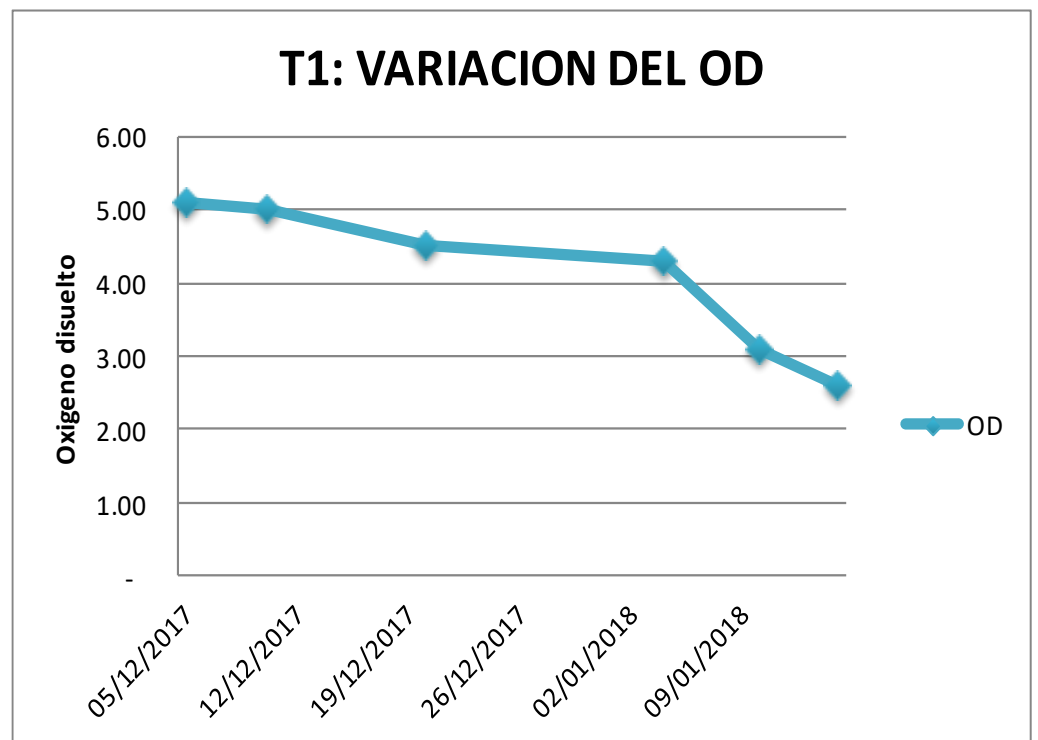
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. T1 - Variación del T°



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. T1 - Variación del OD



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En los análisis físicos del primer tratamiento, se evaluó el comportamiento del prototipo según el tiempo de retención, el pH incrementa, la temperatura y el OD disminuye, por lo que la presión de biogás a los 40 días es nula.

4.1.6. Monitoreo del segundo tratamiento

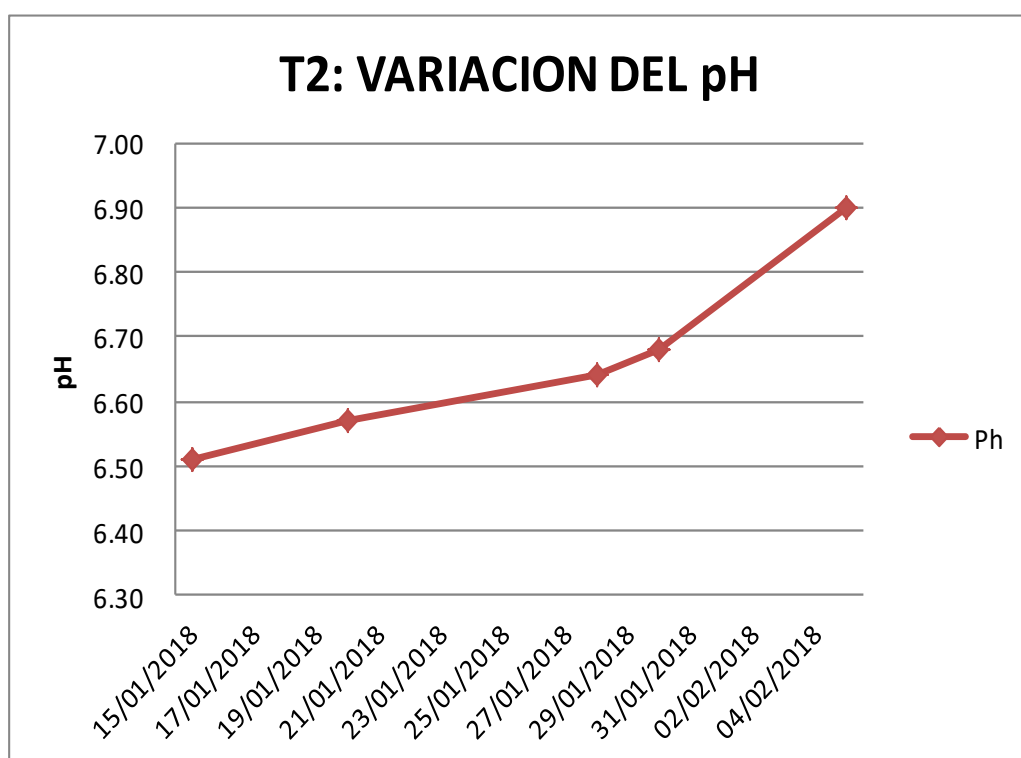
En el segundo tratamiento se pudo constatar que el pH de la mezcla es ligeramente ácido, y la temperatura aumenta por lo que se determina que el proceso presenta mayor estabilidad, esto debido a diversos factores.

Tabla 14. T2 - pH, Temperatura y OD

T2				
DIA	HORA	Ph	T°	OD
15/01/2018	08:00 a.m.	6.51	18.90	5.20
20/01/2018	09:00 a.m.	6.57	19.00	4.50
28/01/2018	08:00 a.m.	6.64	19.50	3.00
30/01/2018	08:00 a.m.	6.68	20.00	2.60
05/02/2018	08:00 a.m.	6.90	20.50	2.40
24/02/2018	08:30 a.m.	6.95	21.00	0.40

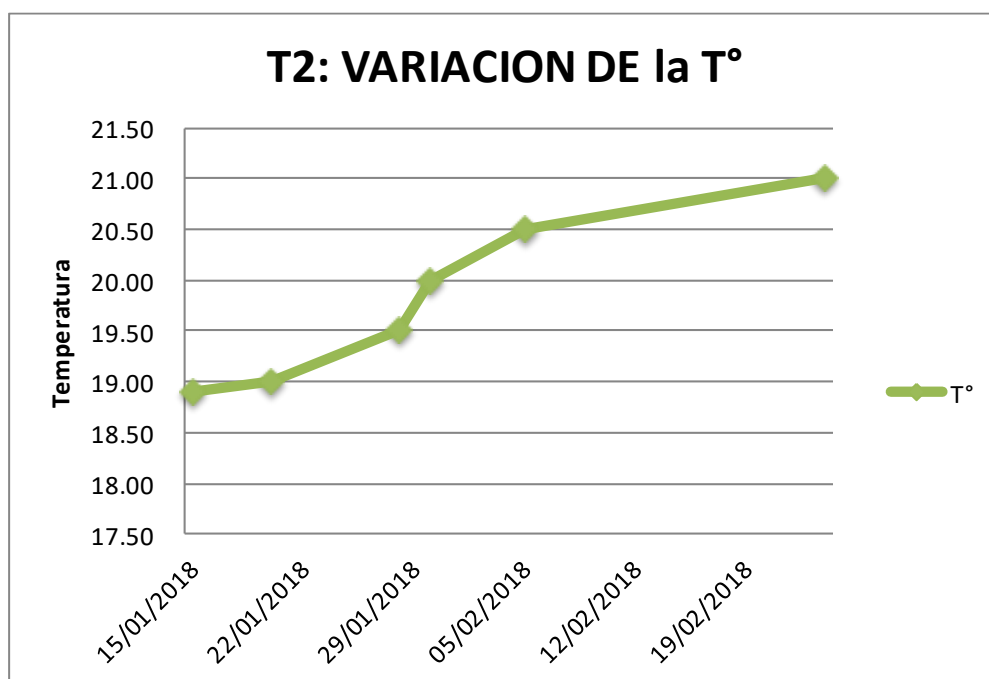
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. T2 - Variación del pH



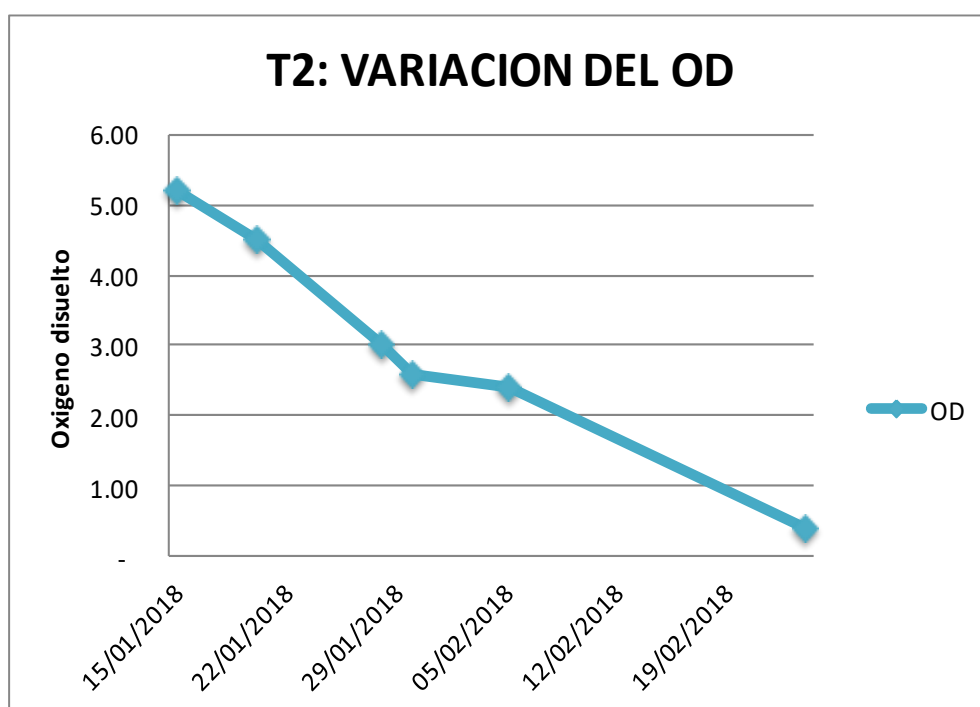
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. T2 - Variación del T°



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. T2 - Variación del OD



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En los análisis físicos del segundo tratamiento, se evaluó el comportamiento del prototipo según el tiempo de retención, el pH incrementa, la temperatura incrementa y el OD disminuye significativamente, y la presión de biogás a los 40 días es nula.

4.1.7. Monitoreo del tercer tratamiento

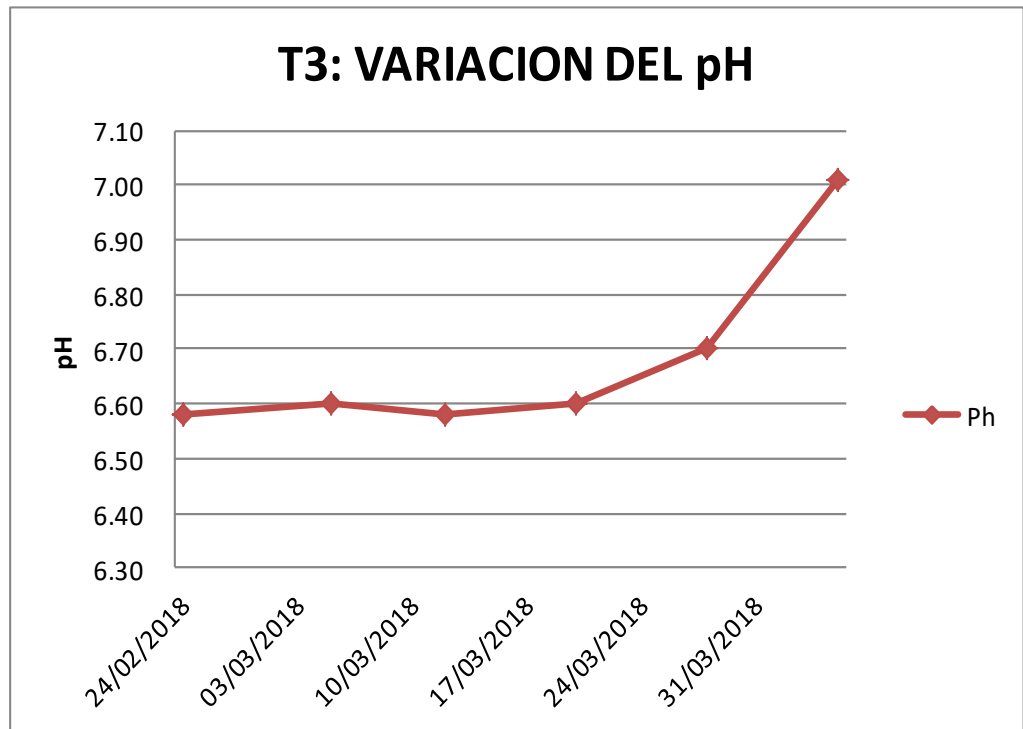
En el tercer tratamiento se pudo constatar que el pH del efluente es neutro, la temperatura se incrementa y el OD disminuye significativamente; por lo que se determina que el proceso presenta mayor estabilidad que los tratamientos anteriores, esto debido a diversos factores, observándose la presión de biogás ligeramente.

Tabla 15. T3 - pH, Temperatura y OD

T3				
DIA	HORA	Ph	T°	OD
24/02/2018	08:00 a.m.	6.58	22.20	5.10
05/03/2018	08:00 a.m.	6.60	22.30	4.60
12/03/2018	10:00 a.m.	6.58	22.20	3.70
20/03/2018	08:00 a.m.	6.60	22.30	2.30
28/03/2018	08:00 a.m.	6.70	22.50	1.70
05/04/2018	08:30 a.m.	7.01	22.60	0.50

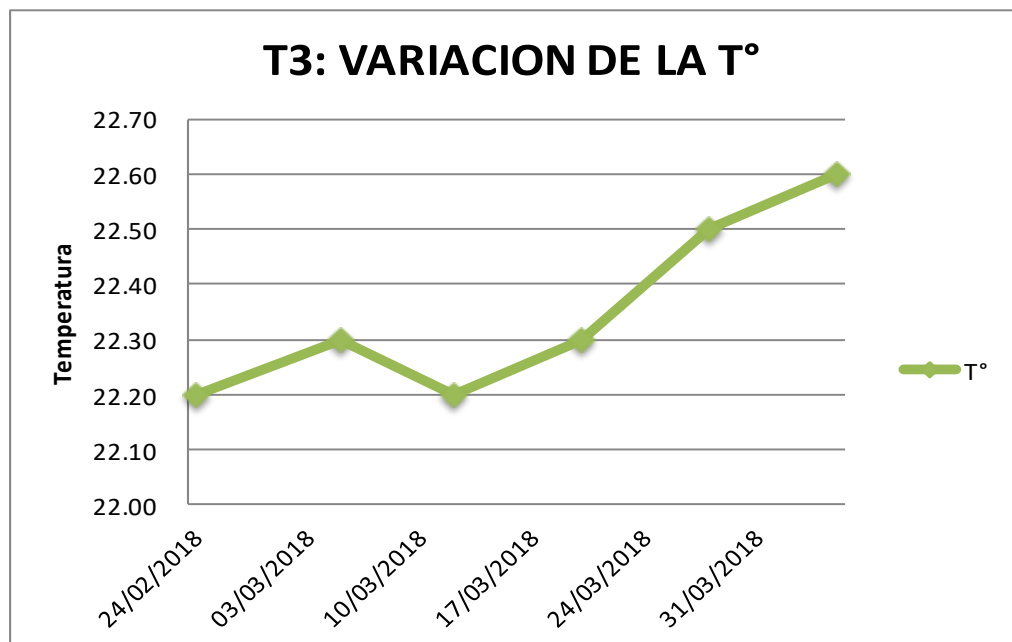
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. T3 - Variación del pH



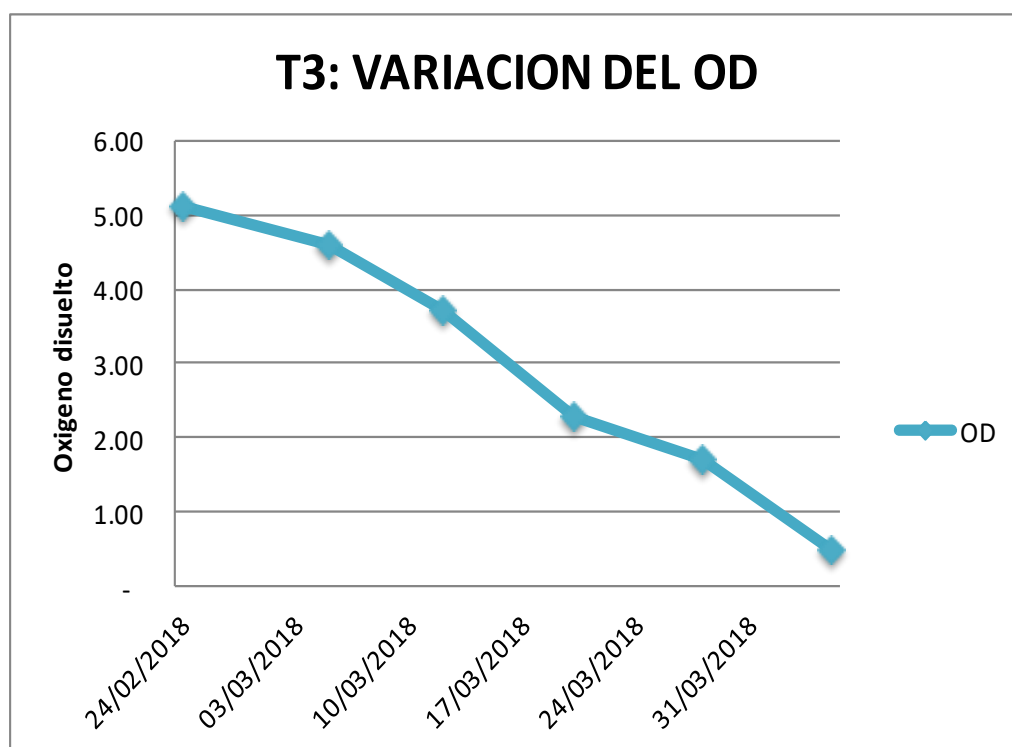
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. T3 - Variación del T°



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. T3 - Variación del OD



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En los análisis físicos del tercer tratamiento, se evaluó el comportamiento del prototipo según el tiempo de retención, el pH incrementa, la temperatura incrementa y el OD disminuye significativamente, y se registra ligeramente la presión de biogás a los 40 días.

4.1.8. Monitoreo del cuarto tratamiento

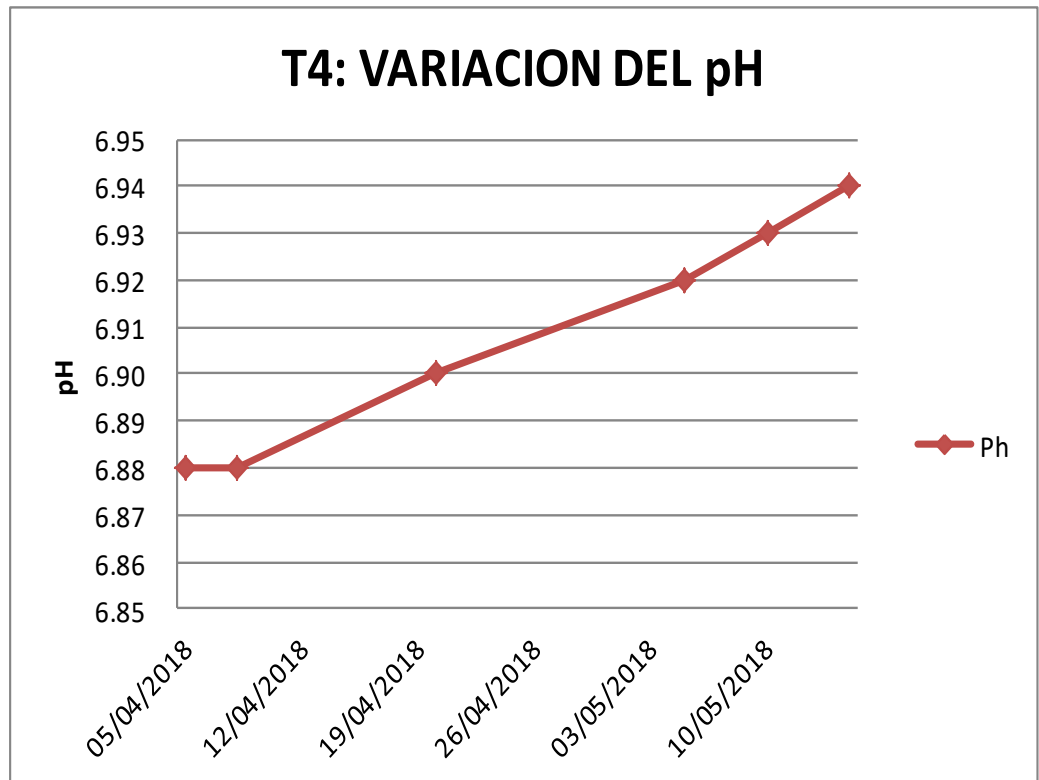
En el cuarto tratamiento se pudo constatar que el pH de la mezcla (afluente) es ligeramente ácido y según el tiempo de retención llega a ser neutro, y la temperatura se incrementa, el OD disminuye significativamente.

Tabla 16. T4 - pH, Temperatura y OD

T4				
DIA	HORA	Ph	T°	OD
05/04/2018	08:00 a.m.	6.88	18.90	5.30
08/04/2018	08:30 a.m.	6.88	19.00	5.20
20/04/2018	08:30 a.m.	6.90	19.20	4.80
05/05/2018	09:00 a.m.	6.92	19.40	3.90
10/05/2018	08:00 a.m.	6.93	20.50	1.10
15/05/2018	08:00 a.m.	6.94	21.30	0.20

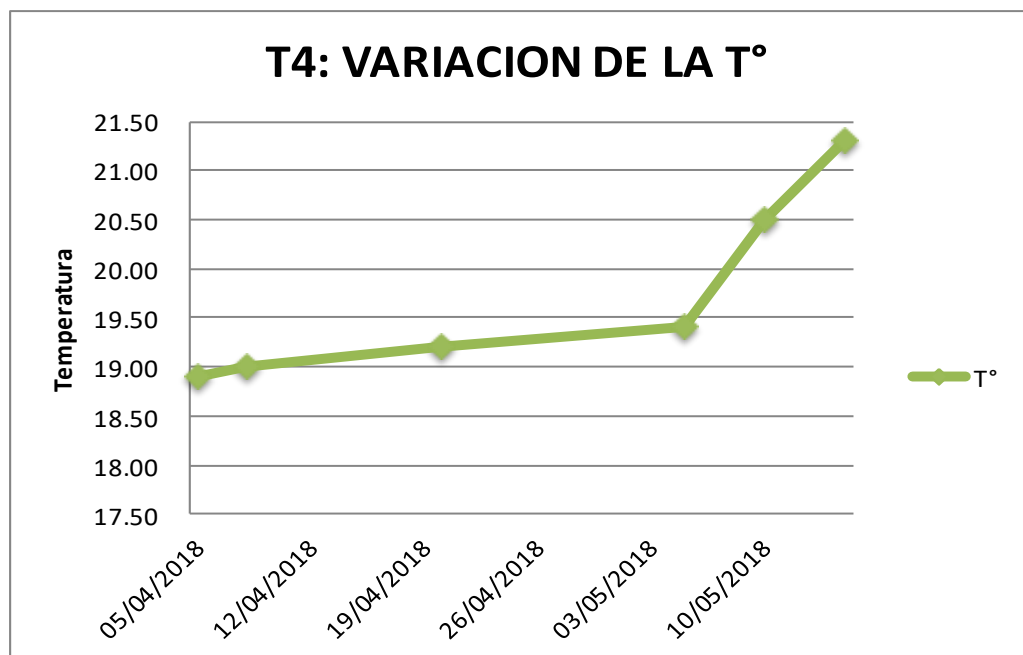
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. T4 - Variación del pH



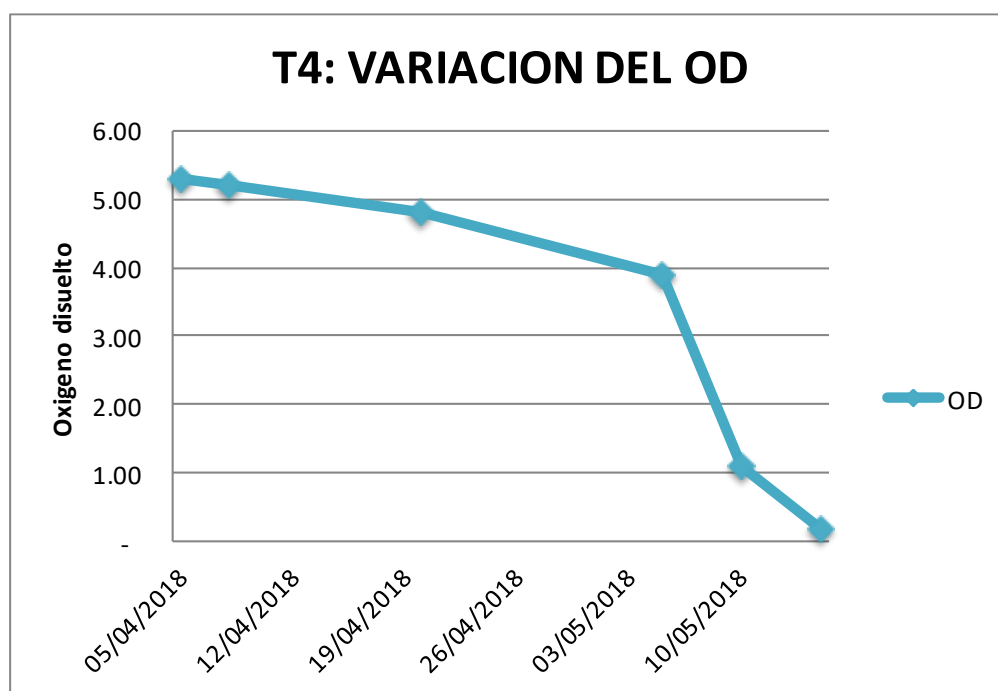
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. T4 - Variación del T°



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. T4 - Variación del OD



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En los análisis físicos del cuarto tratamiento, se evaluó el comportamiento del prototipo según el tiempo de retención, el pH incrementa, la temperatura incrementa y el OD disminuye significativamente y el proceso presenta mayor estabilidad que los tratamientos anteriores, comprobando la presencia de biogás a través de los registros de presión que se presenta a los 40 días.

4.1.9. Calculo de la producción de biogás

Tomaremos como constantes el volumen del biodigestor y usaremos la temperatura en grados kelvin y la presión en atmosfera de los registros de seguimiento y monitoreo del biodigestor.

Tabla 17. Registro de temperatura en los cuatro tratamientos en °C

REGISTRO DE TEMPERATURA DEL BIODIGESTOR							
1ER TRATAMIENTO		2do TRATAMIENTO		3er TRATAMIENTO		4to TRATAMIENTO	
DIAS	TEMP. (C°)	DIAS	TEMP. (C°)	DIAS	TEMP. (C°)	DIAS	TEMP. (C°)
1	20.5	1	18.9	1	22.2	1	18.9
2	20.5	2	18.9	2	22.2	2	18.9
3	20.5	3	18.9	3	22.2	3	18.9
4	20.5	4	18.9	4	22.2	4	18.9
5	20.5	5	18.9	5	22.2	5	18.9
6	22.4	6	19	6	22.2	6	18.9
7	22.4	7	19	7	22.3	7	19
8	22.4	8	19	8	22.3	8	19
9	22.4	9	19	9	22.3	9	19
10	22.4	10	19	10	22.3	10	19
11	22.6	11	19	11	22.3	11	19
12	22.6	12	19.5	12	22.3	12	19
13	22.6	13	19.5	13	22.3	13	19
14	22.6	14	19.5	14	22.2	14	19.4
15	22.6	15	19.5	15	22.2	15	19.4
16	22.5	16	19.5	16	22.2	16	19.4
17	22.5	17	19.5	17	22.2	17	19.4
18	22.5	18	19.5	18	22.2	18	19.4
19	22.5	19	20	19	22.3	19	19.4
20	22.5	20	20	20	22.3	20	20.5
21	22.5	21	20	21	22.3	21	20.5
22	22.5	22	20	22	22.5	22	20.5
23	20.4	23	20	23	22.5	23	20.5
24	20.4	24	20	24	22.5	24	20.5
25	20.4	25	20	25	22.5	25	21.3
26	20.4	26	20	26	22.6	26	21.3
27	20.4	27	21	27	22.6	27	21.3
28	20.4	28	21	28	22.6	28	21.3
29	20.4	29	21	29	22.6	29	21.3
30	20.4	30	21	30	22.6	30	21.3
31	22.5	31	20	31	22.3	31	19.4
32	22.5	32	20	32	22.3	32	19.4
33	22.5	33	20	33	22.3	33	19.4
34	22.5	34	20	34	22.3	34	19.4
35	22.5	35	20	35	22.5	35	20.5
36	22.6	36	21	36	22.5	36	20.5
37	22.6	37	21	37	22.5	37	20.5
38	22.6	38	21	38	22.5	38	20.5
39	22.6	39	21	39	22.5	39	20.5
40	22.6	40	21	40	22.5	40	20.5

Tabla 18. Registro de temperatura en los cuatro tratamientos en °K

REGISTRO DE TEMPERATURA DEL BIODIGESTOR							
1ER TRATAMIENTO		2do TRATAMIENTO		3er TRATAMIENTO		4to TRATAMIENTO	
DIAS	TEMP. (K°)	DIAS	TEMP. (K°)	DIAS	TEMP. (K°)	DIAS	TEMP. (K°)
1	293.5	1	291.9	1	295.2	1	291.9
2	293.5	2	291.9	2	295.2	2	291.9
3	293.5	3	291.9	3	295.2	3	291.9
4	293.5	4	291.9	4	295.2	4	291.9
5	293.5	5	291.9	5	295.2	5	291.9
6	295.4	6	292	6	295.2	6	291.9
7	295.4	7	292	7	295.3	7	292
8	295.4	8	292	8	295.3	8	292
9	295.4	9	292	9	295.3	9	292
10	295.4	10	292	10	295.3	10	292
11	295.6	11	292	11	295.3	11	292
12	295.6	12	292.5	12	295.3	12	292
13	295.6	13	292.5	13	295.3	13	292
14	295.6	14	292.5	14	295.2	14	292.4
15	295.6	15	292.5	15	295.2	15	292.4
16	295.5	16	292.5	16	295.2	16	292.4
17	295.5	17	292.5	17	295.2	17	292.4
18	295.5	18	292.5	18	295.2	18	292.4
19	295.5	19	293	19	295.3	19	292.4
20	295.5	20	293	20	295.3	20	293.5
21	295.5	21	293	21	295.3	21	293.5
22	295.5	22	293	22	295.5	22	293.5
23	293.4	23	293	23	295.5	23	293.5
24	293.4	24	293	24	295.5	24	293.5
25	293.4	25	293	25	295.5	25	294.3
26	293.4	26	293	26	295.6	26	294.3
27	293.4	27	294	27	295.6	27	294.3
28	293.4	28	294	28	295.6	28	294.3
29	293.4	29	294	29	295.6	29	294.3
30	293.4	30	294	30	295.6	30	294.3
31	295.5	31	293	31	295.3	31	292.4
32	295.5	32	293	32	295.3	32	292.4
33	295.5	33	293	33	295.3	33	292.4
34	295.5	34	293	34	295.3	34	292.4
35	295.5	35	293	35	295.5	35	293.5
36	295.6	36	294	36	295.5	36	293.5
37	295.6	37	294	37	295.5	37	293.5
38	295.6	38	294	38	295.5	38	293.5
39	295.6	39	294	39	295.5	39	293.5
40	295.6	40	294	40	295.5	40	293.5

Tabla 19. Registro de presión en PSI

REGISTRO DE PRESION DEL BIODIGESTOR							
1ER TRATAMIENTO		2do TRATAMIENTO		3er TRATAMIENTO		4to TRATAMIENTO	
DIAS	PRESION (psi)	DIAS	PRESION (psi)	DIAS	PRESION (psi)	DIAS	PRESION (psi)
1	0	1	0	1	0	1	0
2	0	2	0	2	0	2	0
3	0	3	0	3	1.8	3	1.6
4	2.1	4	2.1	4	2.4	4	1.6
5	2.2	5	2.1	5	3.2	5	2.2
6	2.2	6	2.2	6	3.2	6	2.2
7	2.2	7	2.2	7	3.2	7	2.2
8	2.2	8	2.2	8	3.6	8	3.6
9	2.2	9	2.2	9	3.6	9	3.6
10	2.3	10	2.3	10	3.6	10	3.6
11	2.4	11	2.4	11	4.4	11	5.2
12	2.5	12	2.5	12	4.4	12	5.2
13	2.6	13	2.7	13	4.4	13	5.2
14	2.6	14	2.8	14	4.4	14	7.4
15	2.6	15	3.3	15	4.4	15	7.4
16	2.6	16	3.3	16	4.4	16	7.4
17	2.6	17	3.4	17	5.2	17	8.2
18	0	18	3.4	18	5.2	18	8.2
19	0	19	3.4	19	5.2	19	9.6
20	0	20	3.4	20	5.2	20	9.6
21	0	21	3.3	21	5.3	21	9.6
22	0	22	3.3	22	5.3	22	9.6
23	0	23	3.2	23	5.3	23	11.4
24	0	24	3.2	24	5.3	24	11.4
25	0	25	2.2	25	6.2	25	11.4
26	0	26	0	26	6.2	26	13.6
27	0	27	0	27	6.2	27	13.6
28	0	28	0	28	6.4	28	16.2
29	0	29	0	29	7.2	29	16.5
30	0	30	0	30	7.2	30	16.5
31	0	31	0	31	7.2	31	16.5
32	0	32	0	32	7.2	32	17.2
33	0	33	0	33	7.2	33	17.2
34	0	34	0	34	7.5	34	17.2
35	0	35	0	35	7.6	35	18.8
36	0	36	0	36	7.6	36	18.8
37	0	37	0	37	8.2	37	19.6
38	0	38	0	38	8.2	38	19.6
39	0	39	0	39	8.5	39	20.2
40	0	40	0	40	8.5	40	20.5

Tabla 20. Registro de presión en atm

REGISTRO DE PRESION DEL BIODIGESTOR							
1ER TRATAMIENTO		2do TRATAMIENTO		3er TRATAMIENTO		4to TRATAMIENTO	
DIAS	PRESION (atm)	DIAS	PRESION (atm)	DIAS	PRESION(atm)	DIAS	PRESION (atm)
1	0.0	1	0.0	1	0.0	1	0.0
2	0.0	2	0.0	2	0.0	2	0.0
3	0.0	3	0.0	3	0.1	3	0.1
4	0.1	4	0.1	4	0.2	4	0.1
5	0.1	5	0.1	5	0.2	5	0.1
6	0.1	6	0.1	6	0.2	6	0.1
7	0.1	7	0.1	7	0.2	7	0.1
8	0.1	8	0.1	8	0.2	8	0.2
9	0.1	9	0.1	9	0.2	9	0.2
10	0.2	10	0.2	10	0.2	10	0.2
11	0.2	11	0.2	11	0.3	11	0.4
12	0.2	12	0.2	12	0.3	12	0.4
13	0.2	13	0.2	13	0.3	13	0.4
14	0.2	14	0.2	14	0.3	14	0.5
15	0.2	15	0.2	15	0.3	15	0.5
16	0.2	16	0.2	16	0.3	16	0.5
17	0.2	17	0.2	17	0.4	17	0.6
18	0.0	18	0.2	18	0.4	18	0.6
19	0.0	19	0.2	19	0.4	19	0.7
20	0.0	20	0.2	20	0.4	20	0.7
21	0.0	21	0.2	21	0.4	21	0.7
22	0.0	22	0.2	22	0.4	22	0.7
23	0.0	23	0.2	23	0.4	23	0.8
24	0.0	24	0.2	24	0.4	24	0.8
25	0.0	25	0.1	25	0.4	25	0.8
26	0.0	26	0.0	26	0.4	26	0.9
27	0.0	27	0.0	27	0.4	27	0.9
28	0.0	28	0.0	28	0.4	28	1.1
29	0.0	29	0.0	29	0.5	29	1.1
30	0.0	30	0.0	30	0.5	30	1.1
31	0.0	31	0.0	31	0.5	31	1.1
32	0.0	32	0.0	32	0.5	32	1.2
33	0.0	33	0.0	33	0.5	33	1.2
34	0.0	34	0.0	34	0.5	34	1.2
35	0.0	35	0.0	35	0.5	35	1.3
36	0.0	36	0.0	36	0.5	36	1.3
37	0.0	37	0.0	37	0.6	37	1.3
38	0.0	38	0.0	38	0.6	38	1.3
39	0.0	39	0.0	39	0.6	39	1.4
40	0.0	40	0.0	40	0.6	40	1.4

Para calcular la producción de biogás del biodigestor, lo haremos mediante la fórmula de los gases ideales: $PV=nRT$.

Donde:
P: Presion (atm)
T: T° del biodigestor K°
V: Vol. Biodigestor= 125L
R: Constante universal de los gases: $R=0.082 \text{ atm.L/K}^{\circ}.\text{mol}$
n: número de moles

Tabla 21. Calculo de la producción de biogás en el T1

1er tratamiento									
tiempo (días)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
P	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V	125	125	125	125	125	125	125	125	125
R	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
T	293.5	293.5	295.4	295.6	295.5	293.4	293.4	295.5	295.6
n	0	0.777308	0.807414	0.912111	0	0	0	0	0
n	0	0.777308	0.807414	0.912111	0	0	0	0	0
n/día	0	0.155462	0.006021	0.020939	0	0	0	0	0
NOTA: para calcular la produccion de moles por dia, dividimos la diferencia de moles entre cada pareja de intervalos, entre 5 dias, que es el tiempo de cada intervalo.									
Dado que 1 mol de gas ideal ocupa un volumen de 22.4L en condiciones normales, la produccion de litros de gas por dia del biodigestor es:									
n/día	0.0	0.155462	0.006021	0.020939	0	0	0	0	0
L(gas)/dia	0.0000	3.4823	0.1349	0.4690	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 22. Calculo de la producción de biogás en el T2

2do - tratamiento									
tiempo (días)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
P	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
V	125	125	125	125	125	125	125	125	125
R	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
T	291.9	291.9	292	292.5	293	293	294	293	294
n	0	0.746043	0.816815	1.169949	1.203345	0.778635	0	0	0
n	0	0.746043	0.816815	1.169949	1.203345	0.778635	0	0	0
n/día	0	0.149209	0.014154	0.070627	0.006679	-0.08494	0	0	0
NOTA: para calcular la produccion de moles por dia, dividimos la diferencia de moles entre cada pareja de intervalos, entre 5 dias, que es el tiempo de cada intervalo.									
Dado que 1 mol de gas ideal ocupa un volumen de 22.4L en condiciones normales, la produccion de metros cubicos por hora del biodigestor es:									
n/día	0.0	0.149209	0.014154	0.070627	0.006679	-0.08494	0	0	0
L(gas)/dia	0.0000	3.3423	0.3171	1.5820	0.1496	-1.9027	0.0000	0.0000	0.0000

Tabla 23. Calculo de la producción de biogás en el T3

3Ter - tratamiento									
tiempo (dias)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
P	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
V	125	125	125	125	125	125	125	125	125
R	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
T	295.2	295.2	295.3	295.2	295.3	295.5	295.6	295.5	295.5
n	0	1.124119	1.264206	1.545664	1.826075	2.17577	2.525846	2.667073	2.982911
n	0	1.124119	1.264206	1.545664	1.826075	2.17577	2.525846	2.667073	2.982911
n/dia	0	0.224824	0.028017	0.056292	0.056082	0.069939	0.070015	0.028245	0.063168
NOTA: para calcular la produccion de moles por dia, dividimos la diferencia de moles entre cada pareja de intervalos, entre 5 dias, que es el tiempo de cada intervalo.									
Dado que 1 mol de gas ideal ocupa un volumen de 22.4L en condiciones normales, la produccion de metros cubicos por hora del biodigestor es:									
n/dia	0.0	0.224824	0.028017	0.056292	0.056082	0.069939	0.070015	0.028245	0.063168
L(gas)/dia	0.0000	5.0361	0.6276	1.2609	1.2562	1.5666	1.5683	0.6327	1.4150

Tabla 24. Calculo de la producción de biogás en el T4

4To - tratamiento									
tiempo (dias)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
P	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.4
V	125	125	125	125	125	125	125	125	125
R	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
T	291.9	291.9	292	292.4	293.5	294.3	294.3	293.5	293.5
n	0	0.781569	1.278493	2.624419	3.391892	4.016922	5.813966	6.642454	7.243102
n	0	0.781569	1.278493	2.624419	3.391892	4.016922	5.813966	6.642454	7.243102
n/dia	0	0.156314	0.099385	0.269185	0.153494	0.125006	0.359409	0.165698	0.120129
NOTA: para calcular la produccion de moles por dia, dividimos la diferencia de moles entre cada pareja de intervalos, entre 5 dias, que es el tiempo de cada intervalo.									
Dado que 1 mol de gas ideal ocupa un volumen de 22.4L en condiciones normales, la produccion de metros cubicos por hora del biodigestor es:									
n/dia	0.0	0.156314	0.099385	0.269185	0.153494	0.125006	0.359409	0.165698	0.120129
L(gas)/dia	0.0000	3.5014	2.2262	6.0297	3.4383	2.8001	8.0508	3.7116	2.6909

4.2. CONTRASTE DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

Para la presente investigación para contrastar la hipótesis se hizo el uso del ANOVA, ya que la producción de biogás presenta 4 tratamientos con el sustrato (estiércol de vaca) pero con temperaturas diferentes en cada tratamiento, para el experimento se he hizo el cálculo de la producción cada 5 días hasta llegar a los 40 días que es tiempo de retención asignado por la FAO; para lugares con condiciones geográficas como valles (Huánuco).

Para medir la producción de biogás, se midió la presión y como medida de tendencia central el promedio de las temperaturas, teniendo como resultado la tabla que se presenta continuación:

Tabla 25. Producción de biogás

PRODUCCION DE BIOGAS			
A	B	C	D
L_biogas/dia (21°C)	L_biogas/dia (20°C)	L_biogas/dia (22°C)	L_biogas/dia (19°C)
0	0.00	0.00	0.00
3.48	3.34	5.04	3.50
0.13	0.32	0.63	2.23
0.47	1.58	1.26	6.03
0.00	0.15	1.26	3.44
0.00	0.00	1.57	2.80
0	0.00	1.57	8.05
0	0.00	0.63	3.71
0	0.00	1.41	2.69

DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA N° 02

A continuación se presenta los pasos estadísticos para los contrastes de las hipótesis:

PASO 1: Plantear la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_a)

H_a : La producción de biogás es distinto en al menos en un tratamiento.

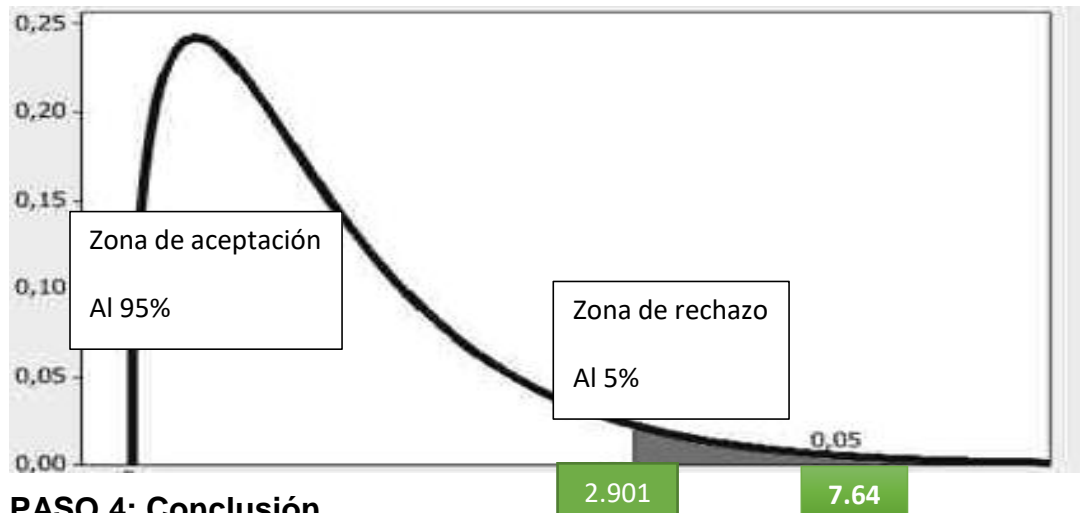
H_0 : La producción de biogás será uniforme en los 4 tratamientos o no es diferente.

PASO 2: Establecer el estadístico de Prueba (X^2 prueba ó X^2 tabla)

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	57.00507227	3	19.00169076	7.64373778	0.000545696	2.901119584
Dentro de los grupos	79.54931492	32	2.485916091			
Total	136.5543872	35				

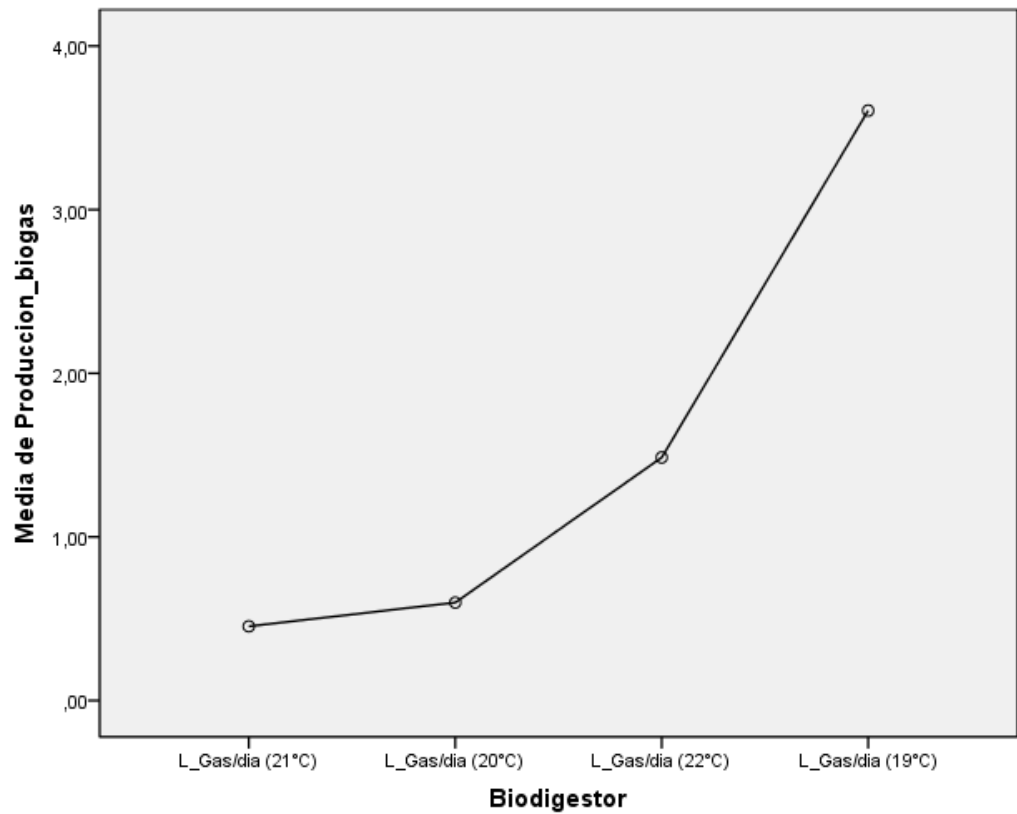
PASO 3: Toma de decisión

GRAFICO DE LA DISTRIBUSION F



PASO 4: Conclusión

Se observa que estadístico de prueba F resulta ser mayor que el F crítico; por lo tanto, se concluye que se rechaza la hipótesis nula, eso quiere decir que se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto existe diferencia en la producción de biogás en al menos en un grupo.



NOTA: debido que la hipótesis nula se rechaza se acepta la hipótesis alterna, para ello es necesario saber que grupos están haciendo la diferencia de la producción de biogás, para esto se utilizó la prueba de tukey conocido como la prueba post hoc. A continuación del gráfico de la prueba de tukey.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

Según la evaluación de los resultados y mediante la observación, medición y registro de variables (recolección de datos de forma continua); asimismo los resultados de análisis del laboratorio TYP SA Y SAG, correspondiente a la caracterización del sustrato tanto de entrada (afluente) y de salida (efluente). Nos indicó que entre los cuatro tratamientos, el tercero y el cuarto tratamiento nos resultó eficiente; el primero y el segundo tratamiento no se obtuvieron los parámetros normales, por lo que no se registró la presión de gas; ya que interfirió ciertos factores.

Tratamiento 1: En el T1 se inició con el afluente de un pH de 6.4 (disolución ácido), identificando así durante el tiempo de retención el efluente con un pH de 6.8 (disolución ligeramente ácido, casi neutra); sin embargo tuvimos una decadencia en la temperatura; se inició con 20.5 °C que al finalizar su tratamiento se obtuvo 20.4°C y el OD del efluente fue 2.6. Estos resultados se deben a que el prototipo inicialmente estaba en un ambiente abierto con poca iluminación y un periodo de bajas temperaturas durante los 40 días de retención.

Tratamiento 2: En el T2 se inició con un pH del sustrato de 6.51 (disolución ácido), identificando así durante el tiempo de retención del proceso un pH de 6.95 (disolución casi neutra); asimismo una temperatura inicial de 18.90 °C y finalmente una temperatura de 21.0 °C y el OD redujo hasta 0.40, sin embargo no obtuvimos la presión del biogás; esto debido a que la llave de control de gas fue material PVC y posiblemente había fuga mínima pero permanente; por ello se cambió de llave PVC a una llave metálica de control especialmente para gas.

Tratamiento 3: En el T3 se obtuvo inicialmente un pH del sustrato de 6.58 (disolución ácido) identificando así durante el tiempo de retención del proceso un pH de 7.01 (disolución neutra); asimismo una temperatura inicial de 22.20 y finalmente una temperatura de 22.60 y el OD del efluente se redujo a 0.50, la temperatura se incrementa y el OD también por lo que se determina que el proceso presenta mayor estabilidad que los tratamientos anteriores, asimismo se observó la presencia de presión del biogás en el manómetro.

Tratamiento 4: En el T4 inicialmente se obtuvo un pH de 6.88 (disolución ácido), después del tiempo de retención se identificó un pH de 6.94 (casi neutro); asimismo una temperatura inicial de 18.90 °C y finalmente una temperatura de 21.30 °C asimismo el OD del efluente se redujo variablemente a 0.20; por lo que se determina que el proceso presenta mayor estabilidad que los tratamientos anteriores; asimismo se comprobó la presión del biogás a través del manómetro.

La construcción del prototipo a escala piloto, a través de la práctica (cuatro tratamientos) permitió validar el proyecto y garantizar producción de biogás a través de los registros de presión durante el tiempo de retención. Estos valores son específicos para la generación de los productos del proceso de biodigestión en la granja ecológica lindero, Tomayquichua, Huánuco.

Los valores de los parámetros, son exclusivamente para la caracterización del sustrato tanto de entrada y de salida (afluente y efluente), y conocer el comportamiento que sucede al inicio y final el tratamiento.

Finalmente se obtuvo un manejo adecuado de los residuos pecuarios, por la capacitación y práctica del personal, y la iniciativa de transformar los residuos pecuarios en productos que pueden generar ingreso y a la vez crear un impacto positivo al medio ambiente con las buenas prácticas ambientales.

CONCLUSIONES

- La propuesta de aprovechamiento del estiércol de vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, mediante el proceso anaeróbico se logra disminuir la contaminación ambiental a causa del estiércol, asimismo se obtuvo productos como biogás, eso se comprobó mediante los registros de presión y el grado de descomposición que existe entre el afluente y el efluente.
- La degradación biológica del estiércol, donde ocurre la intervención de los microorganismos en ausencia de aire, ocurre un proceso anaeróbico donde el sustrato se degrada transformándose en productos utilizables.
- Mediante el promedio de temperatura y la presión que ejerce el prototipo durante el tiempo de retención, se pudo determinar que en el tercero y el cuarto tratamiento resultó eficaz, ya que en estos se obtuvieron los parámetros normales y los productos correspondientes a la biodigestión.
- Se determinó los parámetros físico-químicos y microbiológicos del afluente y efluente para la producción de biogás, el día 1 y el día 40: el cual se evaluó los valores del afluente: DBO, NH₃, SÓLIDOS TOTALES, COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALIS. Y del efluente: CLORURO, FLUORURO, FOSFATO, NITRATO, NITRITO, SULFATO.DBO, NH₃, SÓLIDOS TOTALES, COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALIS, cuyas concentraciones son favorables para la producción de biogás.

Asimismo se obtuvo los valores óptimos en el cuarto tratamiento:

- La temperatura aumento de 18.90 °C a 21.30 °C
- El pH se incrementó de 6.88 a 6.94 y
- El oxígeno disuelto disminuyó de 5.3 % a 0.2 %.

RECOMENDACIONES

- Para la implementación y construcción del prototipo es necesario contar con materiales e instrumentos herméticos e impermeables, asimismo pueden ser contruidos con diversos materiales como ladrillo, cemento, metal, plástico, etc. completamente cerrado.
- Asimismo para la obtención de rangos y concentraciones más confiables de los productos se controlar y monitorear de forma permanente el pH, la temperatura, los cuales se incrementan durante el periodo de retención y OD que disminuye durante el periodo de retención.
- Para una mejor evaluación del comportamiento del sustrato se debe realizar un análisis en laboratorio físico-químico, microbiológico tanto del afluente y del efluente.
- Es necesario que el prototipo se coloque a favor del sol, ya que este factor es importante para que suscite el proceso anaeróbico.
- Es necesario realizar más investigaciones sobre el tema, ya que es una estrategia que debe ser implementada para mitigar los impactos ambientales negativos que genera los residuos pecuarios, por lo que se recomienda, mantener este sistema como una estrategia para el manejo adecuado de los residuos pecuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arce, J. (2011). Diseño de un biodigestor para generar biogas y bioabono apartir de desechos organicos de animales aplicables en las zonas agrarias del litoral. 36p.
- Doroteo, J. (2012). Aprovechamiento de biogás proveniente del abono de ganado vacuno en un establo ubicado en ixtapaluca estado de mexico. 6p.
- Ferrer, I y Enrica, I. (2008). Producción de biogás a partir de residuos organicos en biodigestores de bajo coste. 3p.
- Iglesias, L. (1994). El estiercol y las practicas agrarias respetuosas con el medio ambiente. 13p.
- Ivan, C. (2017). Biodigestores. 31p.
- Narvaez, Y. y Saltos, A. (2007). Diseño, construcción y puesta en marcha de un biodigestores tipo piloto para la obtemncion de biogas y bioabono a partir de la mezcla de estiercol vacuno y suero de queso. 25p.
- MANUAL DE BIOGÁS, (2011). “Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”. 4p.
- MANUAL DE INSTALACIÓN EN ZONA ANDINA. (2018). Sistema bio Nati. 6p.
- Marti, J. (2008). Digestores familiares, guía y diseño y manual de instalación, biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para trópico, valle y antiplano. 26p.
- Medina, A., Quipuzco, L. y Juscamaita, J. (2014). Evaluacion de la calidad de biol de segunda generación de estiercol de ovino producido a través de biodigestores. 2p.

- MINAGRI. (2011). Biodigestores en el Peru, Guia de principales experiencias desarrolladas en el país. 5p.
- MINAM. (2009). Introduccion de biodigestores en sistemas agropecuarios en Ecuador. 65p.
- MINENERGIA, PNUD, FAO, GEF. (2011). CHI/00/G32 “Chile: Remocion de barreras para la electrificación rural con energías renovables” 53p.
- Perez, J (2010) Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. 11p.
- Principe, J., Motta, D. y Quiroz, S. (2017). Gestion de residuos organicos en el restaurante el meson, Santa Anita para la producción de biogas. 13p.
- Salazar, C., Amusquivar, C., Llave, J. y Rivasplata, C (2012). Producción de biogás y biol a partir de excretas de ganado - experiencias en la ciudad de Tacna. 8p.
- Sanchez, C. (1998). Evaluacion del RAFA de UNI-TRAR con énfasis en la producción, características y comportamiento de manto de lodos y producción de biogas. 120p.
- Toala, E. (2013). Diseño de un biodigestor de politileno para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado en el rancho verónica. 2p.
-

ANEXO

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Aprovechamiento del Estiercol de Vacuno para la Elaboración de Biogas como Propuesta al Manejo de Residuos Pecuarios en la Granja Ecológica Lindero, Tomayquichua, Ambo, Huánuco 2017”					
TESISTA: Bach. España Quintana, Emperatriz Jamil					
PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	
P. GENERAL:	O. GENERAL:	H. GENERAL:	V. DEPENDIENTE:	TIPO DE INVESTIGACION	POBLACION:
¿Cómo la propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?	Determinar si la propuesta de aprovechamiento del estiércol de vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018	H1: La propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018. H0: La propuesta de aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno para la elaboración de biogás no contribuye al manejo adecuado de los residuos pecuarios en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.	PRODUCCION DE BIOGAS V. INDEPENDIENTE: MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS	ENFOQUE: mixto ALCANCE O NIVEL: Experimental DISEÑO: Experimental	Estiercol de ganado vacuno de la granja ecológica linderos, conformado por 110.67 kg de estiércol/día MUESTRA: Para cada tratamiento 62.5 kg de estiércol con 62.5 litros de agua.
P. ESPECIFICOS:	O. ESPECIFICOS:	H. ESPECIFICOS:			
P1.- ¿Cómo estudiar la degradación biológica que ocurre durante el proceso de la producción de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?	O1.- Estudiar la degradación biológica que ocurre durante el proceso de la producción de Biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018	H1: Existe relación entre la degradación biológica y la producción de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018. H0: No existe relación entre la degradación biológica y la producción de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.			
P2.- ¿Cómo evaluar la producción de biogás a través de los registros de presión del biodigestor en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?	O2.- Evaluar la producción de biogás a través de los registros de presión del biodigestor en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018	H2: La producción promedio de biogás será igual en los cuatro tratamientos en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018. H0: La producción promedio de biogás no será igual en los cuatro tratamientos en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.			
P3.- ¿Cuáles son los parámetros físico-químicos para la producción de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018?	O3.- Determinar los parámetros físicoquímicos del afluente y efluente para biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco, de diciembre 2017 a julio 2018	H3: Los parámetros físico-químicos del afluente y efluente se optimizan para la elaboración de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018. H0: Los parámetros físico-químicos del afluente y efluente no se optimizan para la elaboración de biogás en la granja ecológica linderos del distrito de Tomayquichua, Huánuco de diciembre 2017 a julio 2018.			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: INFORME DE LABORATORIO EFLUENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-099



INFORME DE ENSAYO N° 000019034

CLIENTE: ESPAÑAQUINTANA EMPERATRIZ JAMIL
DOMICILIO LEGAL: Jr. 28 de Julio, Paj. La Merced 106 ()
REFERENCIA CLIENTE: Granja Lindero
CÓDIGO TYPASA: 000016205
MATRIZ: Agua residual
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020002328.
Aproximadamente: 500 ml de Muestra (Agua Residual).
Proyecto: "Aprovechamiento del estiércol de vacuno para la elaboración de biogas y biol como propuesta al manejo de residuos pecuarios en la granja ecológica Lindero, Tomayquichua, Ambo, Huánuco".
Tomada por el cliente

DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N 8883823 / E 367781 Localidad de Lindero.
FECHA DE TOMA: 05/04/2018 11:20:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 06/04/2018
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 06/04/2018 - 11/04/2018

RESULTADOS ANALÍTICOS FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Cloruro	mg Cl/L	202.86	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.287
Fluoruro	mg F/L	< 0.0357	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography With Suppression of Eluant Conductivity	0.0357
Fosfato	mg PO4/L	164.125	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.1469
Nitrato	mg NO3/L	2.845	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.1679
Nitrito	mg NO2/L	0.885	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.1316
pH	ud. pH	6.97	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	pH Value. Electrometric Method	
Sulfato	mg SO4/L	11.07	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4110 B, 22nd Ed. 2012	Ion Chromatography Method	0.3917

Callao, 11 de abril de 2018



Fdo. Vanessa León Legua
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPASA S.A. Sucesor del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPASA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao - Telf 011-711-6736/711-9763 E-mail: info@typasa.com

ANEXO 3: INFORME DE ENSAYO DEL AFLUENTE



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayos
Acreditado

Registro N° LE - 047

INFORME DE ENSAYO N° 124246- 2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL
DOMICILIO LEGAL
SOLICITADO POR
REFERENCIA

: ESPAÑA QUINTANA EMPERATRIZ JAMIL
: JR. 28 DE JULIO PASAJE LA MERCED 106 - HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO
: ESPAÑA QUINTANA EMPERATRIZ JAMIL
: APROVECHAMIENTO DE ESTIÉRCOL DE VACUNO PARA LA ELABORACIÓN DE
BIOGÁS Y BIOL COMO PROPUESTA AL MANEJO DE RESIDUOS PECUARIOS EN
LA GRANJA ECOLÓGICA LINDERO, TOMAYQUICHUA, HUÁNUCO.
: GRANJA ECOLÓGICA LINDERO - TOMAYQUICHUA - AMBO - HUÁNUCO
: 2018-07-27
: 2018-07-27
: EL CLIENTE

PROCEDENCIA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS
MUESTREO POR

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.	2.00 ^(b)	mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH ₃	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.	1.00	NH ₃ ⁺ -N mg/L
Sólidos totales (TS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105°C.	4.0	mg/L
Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8 ^(a)	NMP/100mL
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 ^(a)	NMP/100mL

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(b) Expresado como límite de detección del método.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	
Matriz analizada	Agua Residual	
Fecha de muestreo	2018-07-26	
Hora de Inicio de muestreo (h)	16:50	
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	
Código del Cliente	Captación 01	
Código del Laboratorio	18071900	
Ensayo	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	4669.00
Nitrógeno Amoniacal / NH ₃	NH ₃ ⁺ -N mg/L	103.20
Sólidos totales (TS)	mg/L	56000.0
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	540 x 10 ⁶
Numeración de Coliformes Fecales ¹	NMP/100mL	350 x 10 ⁶

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Quim. Beibeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

Lima, 10 de Agosto del 2018.

Bigo. Roger Aparicio Estrada
C.B.P. N° 7403

Asesor Técnico Biológico

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1

Cod.: FI 02/Versión: 08/FE-03/2018

ANEXO 4: INFORME DE ENSAYO DEL EFLUENTE



SAG

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-047



INFORME DE ENSAYO N° 125378- 2018 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : ESPAÑA QUINTANA EMPERATRIZ JAMIL
DOMICILIO LEGAL : JR. 28 DE JULIO PASAJE LA MERCED 106 - HUÁNUCO - HUÁNUCO - HUÁNUCO
SOLICITADO POR : ESPAÑA QUINTANA EMPERATRIZ JAMIL
REFERENCIA : APROVECHAMIENTO DE ESTIÉRCOL DE VACUNO PARA LA ELABORACIÓN DE BIOGÁS Y BIOL COMO PROPUESTA AL MANEJO DE RESIDUOS PECUARIOS EN LA GRANJA ECOLÓGICA LINDERO, TOMAYQUICHUA, HUÁNUCO.
PROCEDENCIA : GRANJA ECOLÓGICA LINDERO - TOMAYQUICHUA - AMBO - HUÁNUCO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2018-09-18
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2018-09-18
MUESTREADO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	2.00 ^(b)	mg/L
Nitrógeno Amoniacal / NH ₃	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH ₃ -B,C, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Preliminary Distillation Step. Titrimetric Method.	1.00	NH ₃ ⁺ -N mg/L
Sólidos totales (TS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Solids Dried at 103-105°C.	4.0	mg/L
Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	1.8 ^(a)	NMP/100mL
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 ^(a)	NMP/100mL

L.C.: límite de cuantificación.

(a) Límite de detección del método para estas metodologías por ser semicuantitativas.

(b) Expresado como límite de detección del método.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Residual	
Matriz analizada	Agua Residual	
Fecha de muestreo	2018-09-17	
Hora de Inicio de muestreo (h)	17:00	
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	
Código del Cliente	Cap. 1	
Código del Laboratorio	18091284	
Ensayo	Unidad	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	4850.00
Nitrógeno Amoniacal / NH ₃	NH ₃ ⁺ -N mg/L	145.10
Sólidos totales (TS)	mg/L	23870.0
Numeración de Coliformes Totales	NMP/100mL	130 x 10 ⁶
Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/100mL	79 x 10 ⁶

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Bigo. Roger Aparicio Estrada
C.B.P. N° 7403
Asesor Técnico Biológico

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C.Q.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

Lima, 02 de Octubre del 2018.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod.: FI 02/Version: 08/FE 03/2018

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

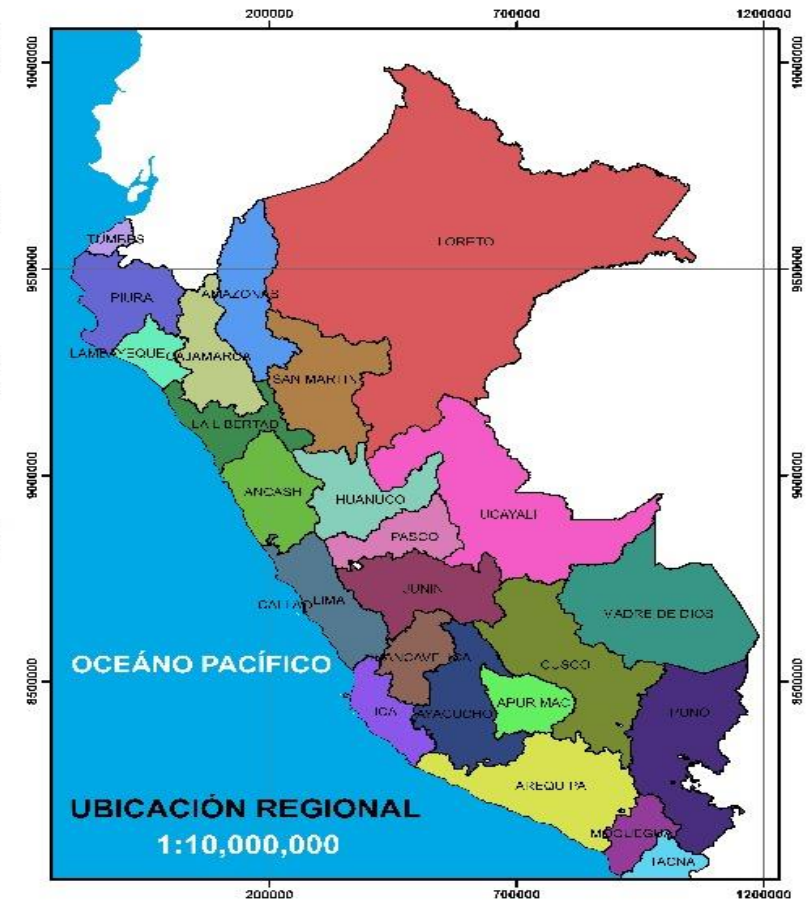
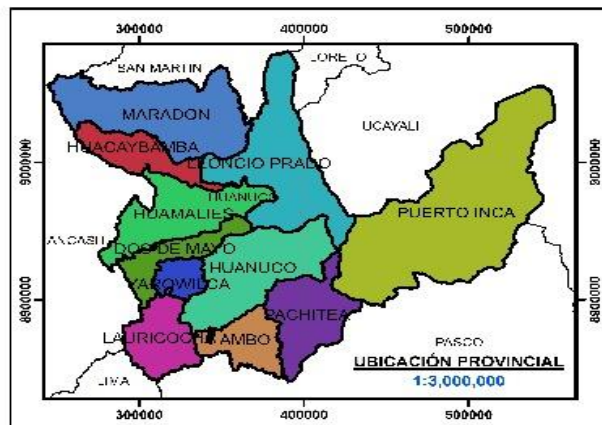
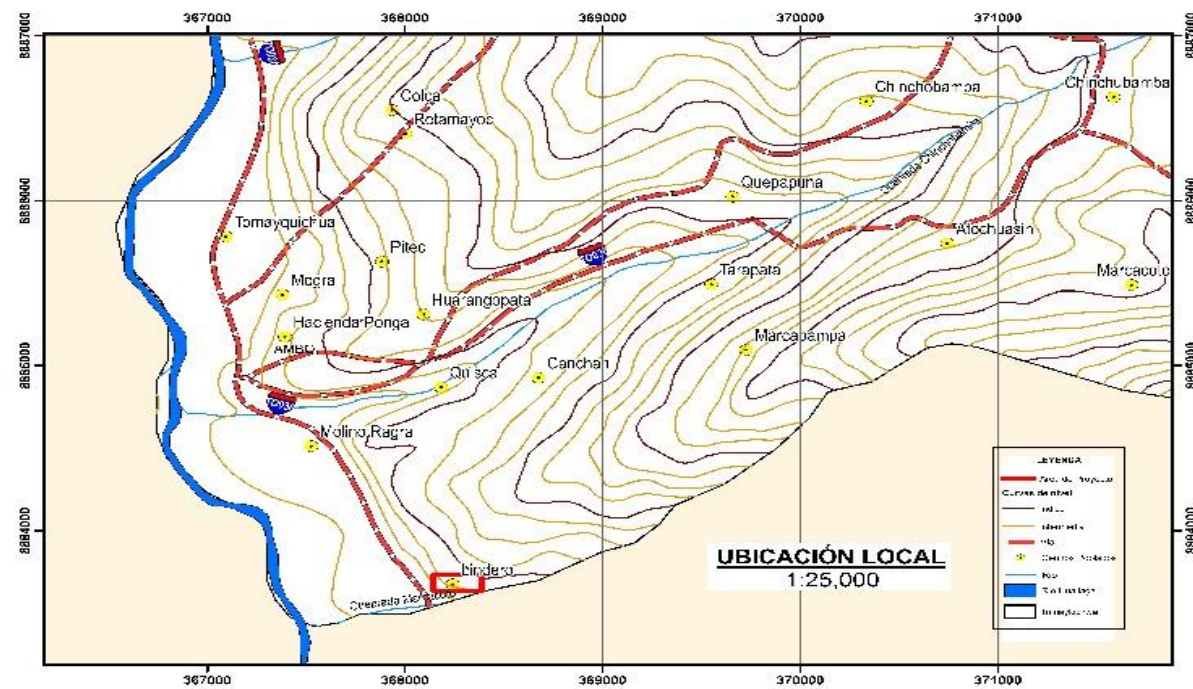
OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 1

ANEXO 5: UBICACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			
TÍTULO:		PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	
OBJETIVO:			
"APOYAR AL ESTUDIO DE VACUNO PARA LA ELABORACIÓN DE JUEGOS COMO PROYECTO AL MANEJO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS PLASTICOS EN LA CANTAJA ECOLÓGICA LINDE 03. TOMAYQUICHUA, AMBO, HUÁNUCO 2017"			
ELABORADO POR:	FECHA:	PROYECTO:	UBICACIÓN:
ING. M. A. GARCÍA	2017	PROYECTO DE MANEJO AMBIENTAL	DEPARTAMENTO: HUÁNUCO PROVINCIA: AMBO DISTRITO: CANTAJA ECOLÓGICA
			UL - 01

IMÁGENES



FOTOGRAFIA 1: MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS PECUARIOS (ESTIERCOL).



FOTOGRAFIA 2: LIMPIEZA DEL AREA DONDE PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROTOTIPO



FOTOGRAFIA 3: APOYO DEL PERSONAL PARA LIMPIEZA DEL AREA DONDE SE IMPEMENTO EL PROTOTIPO



FOTOGRAFIA 4: CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO.



FOTOGRAFIA 5: PESADO DEL ESTIERCOL FRESCO



FOTOGRAFIA 6: MEZCLA DEL SUSTRATO



FOTOGRAFIA 7: T1 IDENTIFICACION DE LOS PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS



FOTOGRAFIA 8: MONITOREO Y CONTROL DE T°, OD, Ph.



FOTOGRAFIA 9: RECOJO DE LAS MUESTRAS DEL SUSTRATO (AFLUENTE)



FOTOGRAFIA 10: ROTULADO DE LA MUESTRA DE SUSTRATO PARA LOS ANALISIS EN EL LABORATORIO.



FOTOGRAFIA 11: RECOJO DE LAS MUESTRAS DE SUSTRATO (EFLUENTE)



FOTOGRAFIA 12: RELLENADO DE LA FICHA DE CUSTODIA PARA EL ENVIO DEL SUSTRATO



FOTOGRAFIA 13: REGISTRO DE LA PRESION DE BIOGAS



FOTOGRAFIA 14: SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO.



FOTOGRAFIA 15: VERIFICACION FINAL DEL PROYECTO.